



Consiglio Nazionale delle Ricerche

Dip. Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente

WORKSHOP

La dinamica del clima nell'ultimo ciclo glaciale-interglaciale

*Principali eventi nei mari, lungo le aree costiere e sui territori montani e
planiziali dell'area Mediterranea e Alpina*

17-18 Giugno 2019

Centro Congressi dell'Area della Ricerca del CNR

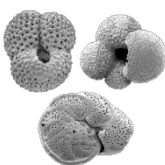
(Via Gobetti 101, Bologna)

Comitato scientifico e promotore:

Gruppo di Lavoro Dinamica del Paleoclima: Antonello Provenzale, Paolo Montagna, Lucilla Capotondi, Biagio Giaccio, Fabrizio Lirer, Giovanni Monegato, Elisa Palazzi, Claudia Pasquero, Cesare Ravazzi, Barbara Stenni, Michele Brunetti, Paolo Braico, Roberto Bellucci.

Editing:

Giulia Margaritelli



INDICE

Introduzione	1
Dettagli delle sessioni	4
Programma	6
Elenco riassunti	9
Crotti et al. , Quali informazioni sono nascoste nella porzione profonda della carota di ghiaccio di TALDICE?	9
Stenni et al. , La variabilità climatica dell'ultimo interglaciale a Talos Dome, Antartide Orientale	10
Torricella et al. , Caratterizzazione micropaleontologica degli ultimi 10,000 anni di una carota sedimentaria prelevata su Bellsund Drift (Svalbard)	11
Bassi et al. , Analisi paleoecologica integrata di comunità bentoniche dell'Olocene della costa del Brasile sud-orientale	12
Bazzicalupo et al. , Variabilità climatica durante l'ultima deglaciazione e l'Olocene: la risposta delle associazioni a coccolitoforidi e dei biomarker dalla carota ND14Q (Mar Adriatico Meridionale)	13
Battaglia et al. , Ricostruzione morfobatimetrica e sismo stratigrafica ad alta risoluzione della baia di Edisto Inlet, Mare di Ross, Antartide	14
Gamboa Sojo et al. , Associazione a foraminiferi bentonici come prova del cambiamento climatico durante l'Olocene nei sedimenti del Kveithola Trough, mare di Barents nord occidentale (Artico)	15
Gariboldi et al. , Associazioni a diatomee della carota HLF17_01, Baia di Edisto, Mare di Ross, Antartide	16
Gazzurra et al. , Studio dell'associazione a Foraminiferi nella baia di Edisto (Mare di Ross, Antartide) degli ultimi 2000 anni	17
Gravina et al. , Caratterizzazione degli archivi stratigrafici di sedimento nel bacino del Trasimeno (Umbria) durante l'Antropocene	18
Ronchi et al. , Paleo bocche tidali dell'Adriatico Settentrionale: possibili indicatori delle variazioni eustatiche oloceniche	19
Meccia & Mikolajewicz , Batimetria oceanica e linee di costa interattive per simulare l'ultima deglaciazione con il modello Max Planck Institute Earth System Model (MPI-ESM)	20
Mannella et al. , Il paleo-lago Fucino (Avezzano, Abruzzo): evoluzione degli ambienti montani dell'Italia centrale a cavallo tra Saaliano ed Eemiano	21
Mazzini & Cronin , Il ruolo degli ostracodi nelle ricostruzioni paleoclimatiche: l'esempio del Golfo di Corinto (IODP Leg 381)	22
Badino et al. , L'impatto degli Heinrich Events sugli ecosistemi terrestri: individuazione di proxies paleo-ecologici e sedimentologici lacustri in Nord Italia e analisi delle loro serie temporali ad alta risoluzione	23
Columbu et al. , Stalagmiti pugliesi per lo studio dell'ultimo periodo glaciale in Sud Italia e Mediterraneo: implicazioni paleoclimatiche e paleoantropologiche	24
Pini et al. , Storia degli ecosistemi e del clima durante l'LGM: stratigrafia integrata di una serie lacustre-palustre al margine meridionale delle Alpi	25

Vandelli et al. , Evidenze geomorfologiche e dati cronostatigrafici per la ricostruzione dell'evoluzione paleoambientale dell'Alta Val Badia (Dolomiti) precedente l'Ultimo Massimo Glaciale	26
Asioli et al. , Il record marino del MIS2 nell'Adriatico: un approccio multidisciplinare	27
Dreossi et al. , Un esteso archivio glaciale nelle Alpi Orientali: le carote di ghiaccio dell'Ortles	28
Spolaor et al. , Evidenze di un recente cambio di regime climatico nell'arcipelago delle isole Svalbard	29
Antonioli et al. , Stalattiti a livelli marini nuovi risultati per Palinuro e Ustica	30
Delle Rose , Fasi climatiche tardo oloceniche del Mediterraneo e possibili teleconnessioni con El Niño-Southern Oscillation: tre casi di studio	31
Amezcu-Buendía et al. , BEyOND (Big palEo Ocean Data): il nuovo database per esplorare oltre il sapropel	32
Incarbona & Sprovieri , Il record isotopico post-glaciale delle acque intermedie connette i sapropel e gli organic-rich layers del Mediterraneo	33
Zanchetta & Bini , L'evento 4.2 ka: progressione ed impatto nella regione Mediterranea	34
Ravazzi et al. , Ricostruzioni climatiche quantitative alle alte quote basate sulla calibrazione polline – clima. Incremento di precipitazioni e innevamento nel settore frontale delle Alpi italiane tra Olocene medio e superiore, effetti sulla vegetazione e scenari meteoclimatici	35
Margaritelli et al. , Il Periodo Caldo Romano nel Mar Mediterraneo	36
Guastella et al. , L'aumento della temperatura delle acque superficiali del Mar Mediterraneo e le specie lessepsiane: il caso di <i>Amphistegina lobifera</i> nel canale di Sicilia	37
Vacchi et al. , Paleo-livelli del mare olocenici e aggiustamento isostatico lungo le coste Mediterranee. Dati geologici vs modelli geofisici	38
Dalla Valle et al. , Progetto MedMad: "Mediterraneo, la necessità di un archivio paleoclimatico profondo nell'era del riscaldamento globale"	39
López Correa et al. , Aspetti sedimentologici dei <i>mound</i> a coralli profondi nel nord della Norvegia e variazioni paleoceanografiche dal Tardiglaciale all'Olocene.....	40
Torricella et al. , Paleoclima e paleoambiente tardo quaternari nel Bacino settentrionale del Drygalski (Mare di Ross, Antartide) usando l'associazione di microrganismi e le caratteristiche dei sedimenti: risultati preliminari	41
Tesi et al. , Dinamiche tardo oloceniche del ghiaccio marino nel mare di Ross: evidenze da un record espanso	42

Siamo lieti di invitarvi a partecipare al primo incontro del **Gruppo di Lavoro Dinamica del Paleoclima del CNR** che avrà come focus la storia e la dinamica del clima durante gli ultimi 150 mila anni: dalla penultima glaciazione del MIS 6 attraverso l'ultimo interglaciale, le oscillazioni rapide che scandiscono l'ultima glaciazione, le culminazioni dell'Ultimo Massimo Glaciale e la transizione climatica al presente interglaciale. Di estrema rilevanza sono gli eventi che caratterizzano l'Olocene fino alla storia più recente degli ultimi 2000 anni, che forniscono la prospettiva a lungo termine degli studi sul cambiamento in atto. La sincronizzazione e teleconnessione degli effetti del cambiamento climatico negli ambienti marini e continentali; le oscillazioni del livello del mare e le stime di temperatura utilizzando la vasta gamma di *proxies* marini e continentali (dai sedimenti marini agli speleotemi, varve, carote di ghiaccio e piante) sono di speciale interesse a tutte le scale geografiche.

Spirito del workshop: Attraverso questo primo incontro, il Gruppo di Lavoro Dinamica del paleoclima del CNR intende creare ed intensificare la rete tra i ricercatori italiani che si occupano di paleoclima, favorire la collaborazione tra la comunità paleoclimatica e di modellistica climatica ed individuare grandi sfide e temi di ricerca comuni per promuovere la partecipazione congiunta a programmi di ricerca nazionali ed internazionali.

Le sessioni proposte: una rassegna degli eventi climatici e dei problemi aperti

- **Prima sessione: La Terminazione II e l'Ultimo Interglaciale (~150-115 ka)**
- **Seconda sessione: l'Ultimo Glaciale**
- **Terza sessione: L'ultima Terminazione glaciale, l'Olocene, gli ultimi millenni, e le proiezioni per il futuro**

I lavori del workshop includeranno cinque presentazioni plenarie e due relazioni ad invito:

Claudia Pasquero

(Università degli Studi di Milano-Bicocca)

“La dinamica del clima: le connessioni tra le diverse latitudini”

Barbara Stenni

(Università Ca' Foscari Venezia)

“Evoluzione climatica negli ultimi 150 mila anni documentata dalle carote di ghiaccio nelle regioni polari”

Carlo Baroni

(Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa; IGG-CNR)

“I ghiacciai italiani, sensibili indicatori dei cambiamenti climatici: passato, presente, futuro”

Eleonora Regattieri

(Università di Pisa; Istituto di Geoscienze e Georisorse - CNR)

“Cronologia, evoluzione e variabilità millenaria dell'Ultimo Interglaciale: una prospettiva Mediterranea”

Giuseppe Siani

(GEOPS, Université de Paris-Sud XI)

“Variabilità climatica nel settore pacifico dell'oceano Australe durante l'ultima transizione glaciale/interglaciale”

Antonello Provenzale

(Istituto di Geoscienze e Georisorse - CNR)

“Climi planetari attraverso il tempo e lo spazio”

Gianluca Marino

(Department of Marine Geosciences and Territorial Planning, Università di Vigo)

“La fine di un'era glaciale: variazioni rapide di temperatura, CO₂ e livello del mare”

Introduzione al Workshop

Il CNR negli ultimi due anni è stato oggetto di profonde trasformazioni interne, come la riorganizzazione degli istituti marini e la nascita dell'Istituto di Scienze Polari, con l'obiettivo di organizzare e indirizzare la ricerca in Aree Strategiche e su problemi e sfide centrali della società contemporanea. Tra queste, il "Cambiamento Globale", che studia il funzionamento, la variabilità e i mutamenti del Sistema Terra su diverse scale temporali e spaziali, è senz'altro tra i più pressanti e attuali. In questo contesto lo studio della Dinamica del Clima e del Paleoclima può e deve fornire un contributo fondamentale alla ricerca italiana per dare risposte ed indicazioni sugli effetti che i cambiamenti globali hanno avuto e possono avere su tutte le componenti abiotiche e biotiche degli ecosistemi marini e terrestri.

L'idea di questo workshop sulla storia e la dinamica del clima durante gli ultimi 150 mila anni, nasce dalla necessità, ormai imprescindibile, di creare e intensificare la sinergia tra il CNR e le altre realtà della ricerca italiana nel settore dello studio della Dinamica del Paleoclima. Ad ottobre 2017, il Dipartimento di Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente (DSSTTA) del CNR, ha organizzato un primo workshop presso la sede dell'ISMAR-CNR di Venezia, dove si sono incontrati circa 70 ricercatori di Università ed Enti di Ricerca italiani, con l'obiettivo di illustrare in modo sintetico le loro attività di ricerca nel settore del paleoclima. Questo incontro ha messo in evidenza diversi punti: 1) la grande forza di impatto della ricerca italiana sul paleoclima nel panorama internazionale (Mediterraneo, Aree Polari, regioni montane, ecc.); 2) le molte interazioni esistenti e potenziali tra le attività di diversi gruppi di ricerca; 3) la necessità di mettere a sistema le potenzialità dei Laboratori del CNR dislocati sul territorio italiano.

Riguardo ai Laboratori del CNR, localizzati nei vari istituti del DSSTTA, risulta ormai urgente la necessità di un'attenta ricognizione finalizzata al censimento del tipo di misure effettuate (ad es. analisi isotopiche ed elementari, analisi mineralogiche, analisi biologiche, datazioni ecc.), della precisione ed accuratezza delle analisi e delle matrici analizzate. Questa ricognizione ha l'obiettivo di condividere le strumentazioni, il tempo macchina, le *expertise* e le procedure analitiche, e favorire attività di intercalibrazione. Tale procedura permetterà inoltre, nella condivisione di obiettivi scientifici comuni, di coinvolgere tutta la comunità scientifica del CNR e degli altri Enti/Università e di ammortizzare i costi delle analisi.

A seguito di questo workshop, il DSSTTA, riconoscendo, da un lato, la valenza delle ricerche italiane sul paleoclima, e, dall'altro, la mancanza di una rete che ne valorizzasse il potenziale, ha deciso di farsi punto di convergenza per la nascita del primo Gruppo di Lavoro (GdL) "Dinamica del Paleoclima" del CNR, istituito il 22 maggio 2018. Il GdL, promotore di questo workshop, comprende ricercatori sia del CNR sia dell'Università, che rappresentano un ampio spettro della ricerca sul paleoclima nei vari sistemi del pianeta (mare, continente, aree polari, atmosfera, biosfera) ed è convenuto sulla necessità di promuovere iniziative sul paleoclima a livello nazionale e internazionale, dove il CNR può e deve, per competenze scientifiche e patrimonio strumentale, avere un ruolo chiave. Ruolo che i singoli ricercatori svolgono da anni, ma in modo spesso frammentato che, soprattutto in questo momento di cambiamenti dell'Ente e di carenza di finanziamenti dedicati al settore infrastrutture navali, lacustri, e ai laboratori, potrebbe essere reso più integrato per aumentare l'incisività della ricerca. Inoltre, la forte competitività scientifica e infrastrutturale delle Università e degli Enti pubblici di ricerca sul territorio italiano deve rappresentare uno stimolo per cercare sinergie e definire percorsi virtuosi e comuni per il rilancio della ricerca scientifica multidisciplinare. Va anche sottolineato che la ricerca nel campo del paleoclima segue fortemente le innovazioni strumentali e che gli istituti del DSSTTA hanno da anni un ruolo chiave in questo settore. La sinergia tra Laboratori può rappresentare un'importante chiave di volta per il futuro.

Per lo studio del paleoclima, l'acquisizione di serie storiche, finalizzata ad una più profonda comprensione del sistema climatico terrestre ma anche a migliorare le proiezioni della sua evoluzione futura, rappresenta uno dei compiti prioritari della comunità scientifica. Sebbene esistano opinioni differenti circa l'affidabilità dei "*proxy*" paleoclimatici, lo studio di serie temporali rappresenta ad oggi l'unico strumento di analisi delle dinamiche del

sistema climatico terrestre in condizioni differenti da quelle attuali ed è un insostituibile metodo di validazione dei modelli usati per fornire proiezioni climatiche. D'altra parte, a differenza della Climatologia, la **Paleoclimatologia** si avvale di "proxy data" (letteralmente, dati per procura, ovvero proprietà fisiche, geochimiche o biologiche sensibili ai fattori climatici) e non di osservazioni strumentali e risulta quindi di fondamentale importanza validare e verificare mutualmente le ricostruzioni paleoclimatiche mediante calibrazione delle relazioni tra i proxy e le osservazioni strumentali del clima attuale, nonché tramite il confronto tra le ricostruzioni del clima del passato e gli output dei modelli paleoclimatici. Questo doppio legame tra *proxy* e modelli evidenzia la necessità di intensificare sia la raccolta e lo studio di dati paleoclimatici che lo sviluppo o l'utilizzo di modelli climatici per studi di paleoclima. Quest'ultimo aspetto potrebbe rappresentare una delle novità della ricerca del CNR, come anche recentemente riportato nel *white paper* redatto dal CNR per l'Area Strategica "Cambiamento Globale". In un processo di avvicinamento alla corretta ricostruzione del clima del passato e della comprensione delle dinamiche climatiche, una forte sinergia tra esperti di dinamica del clima attuale e paleoclimatologi potrebbe fornire nuove informazioni sul ruolo delle forzanti esterne e delle oscillazioni interne al sistema climatico nel determinarne possibili cambiamenti.

È dunque in questo quadro di progettualità e sfide future che il GdL "Dinamica del Paleoclima" del CNR inaugura il primo workshop sulla **storia e la dinamica del clima durante gli ultimi 150 mila anni** ("dall'Eemiano all'Antropocene"): dalla penultima glaciazione del MIS 6 attraverso l'ultimo interglaciale, le oscillazioni rapide che scandiscono l'ultima glaciazione, le culminazioni dell'Ultimo Massimo Glaciale e la transizione climatica al presente interglaciale, con l'idea di proporre un quadro integrato sulle oscillazioni/eventi climatici documentati in diverse aree geografiche (dai poli al Mediterraneo) attraverso un processo di intercalibrazione/sincronizzazione tra *proxy* climatici. La scelta di focalizzare il primo workshop nazionale su questo intervallo temporale nasce dalla constatazione che i diversi aspetti scientifici connessi ai cambiamenti climatici documentati in ambienti marini, continentali e nel ghiaccio negli ultimi 150 mila anni coinvolgono molti ricercatori italiani, che negli anni hanno acquisito una grande quantità di dati e di conoscenze.

Prima sessione: La Terminazione II e l'Ultimo Interglaciale (~150-115 ka)

I periodi del Quaternario caratterizzati da un ridotto volume globale di ghiacci e da un alto livello del mare (interglaciali) sono caratterizzati da particolari configurazioni dei parametri orbitali terrestri, che modulano la distribuzione stagionale e latitudinale della radiazione solare, e concentrazioni atmosferiche di gas serra relativamente elevate. Essendo tali condizioni in qualche misura simili a quelle attuali, questi periodi possono essere considerati come una serie di paleoanaloghi naturali dell'attuale interglaciale (Olocene), caratterizzati però da diverse combinazioni delle condizioni al contorno e dall'assenza dell'influenza umana. Una delle motivazioni alla base degli interessi scientifici per lo studio degli interglaciali passati risiede quindi nell'opportunità che questi offrono come contesti osservativi per i cambiamenti che si verificano durante questi singolari e relativamente brevi periodi della storia climatica terrestre e come potenziali analoghi dell'Olocene e della sua possibile evoluzione futura.

Un esempio iconico è l'ultimo periodo interglaciale (~129-115 ka), caratterizzato da una temperatura media globale di ~2 °C maggiore rispetto ai valori preindustriali e da un intenso riscaldamento artico, fino a 3-11 °C in più, paragonabile agli scenari di riscaldamento alle alte latitudini per la fine di questo secolo. Si stima che il livello globale del mare sia stato di circa 6-9 m sopra il livello attuale, con 0,6-3,5 m derivati dalla fusione della calotta glaciale della Groenlandia. Diversi studi rivelano anche una notevole instabilità di questo interglaciale, che appare pervaso da una serie di episodi di raffreddamento nel Nord Atlantico e variabilità della piovosità nell'Europa meridionale, probabilmente dovuti alla fusione e al deflusso di ghiacci della Groenlandia, causati dall'eccessivo riscaldamento alle alte latitudini, con conseguente indebolimento episodico della circolazione termoalina dell'Oceano Atlantico.

Lo scopo di questa sessione è quello di raccogliere i contributi della ricerca italiana, discutere e individuare nuove sfide della ricerca sulla comprensione della dinamica ed evoluzione temporale di questo periodo nella regione Mediterranea e alpina, dalla terminazione glaciale del MIS 6 al suo insorgere, progressione, variabilità interna e conclusione, in tutti gli ambienti ed ecosistemi della regione e le sue connessioni con altre aree del pianeta.

Seconda sessione: L'Ultimo glaciale

Nella storia climatica del Quaternario, i periodi glaciali, caratterizzati da calotte continentali e ghiacciai montani notevolmente più estesi e livelli del mare più bassi dell'attuale, si possono ritenere come il *modus operandi* ordinario del sistema climatico, rappresentando, in termini di tempo, in media oltre l'80% degli ultimi cicli glaciale-interglaciale che appaiono dominati da un periodo di ritorno di ~100 ka. La caratteristica climatica distintiva dei periodi glaciali è una significativa instabilità, che si manifesta, in particolare nell'emisfero boreale, attraverso una pervasiva e marcata variabilità millenaria e sub-millenaria, con brusche e ampie escursioni termiche nella regione del Nord Atlantico e della Groenlandia, variazioni nelle precipitazioni nel Mediterraneo e nell'attività dei Monsoni asiatici ed africani. Il motore di tale variabilità sembrerebbe essere legato all'interazione dinamica tra le calotte glaciali dell'emisfero boreale e la corrente termoalina dell'Oceano Nord Atlantico (AMOC). Oltre un certo volume critico di estensione dei ghiacci, infatti, si creerebbero fenomeni di instabilità e collassi di parti della calotta, che indeboliscono o interrompono l'AMOC, causando un brusco raffreddamento dell'emisfero boreale e un graduale riscaldamento in Antartide. Al contrario, il successivo recupero dell'AMOC innescherebbe un brusco aumento delle temperature in Nord Atlantico e un graduale raffreddamento dell'Antartide, un fenomeno definito come *altalena termica bipolare*.

Sebbene questa instabilità sia ormai documentata in molti periodi glaciali, l'Ultimo Glaciale (~116-11.6 ka) è di gran lunga il periodo per il quale disponiamo, qualitativamente e quantitativamente, delle migliori informazioni grazie soprattutto ai record del ghiaccio groenlandese e antartico ai quali si deve la prima chiara

rivelazione della struttura e della progressione temporale delle oscillazioni millenarie e sub-millenarie.

Lo scopo di questa sessione è dunque quello di raccogliere i contributi della ricerca italiana, discutere e individuare nuove sfide della ricerca sulla dinamica e tempo di questo periodo nella regione mediterranea e alpina, dalla fine dell'Ultimo Interglaciale alla sua progressione nel primo pleniglaciale del MIS 4, alla fase relativamente più mite ma altamente instabile del MIS 3, fino alle molteplici culminazioni dell'Ultimo Massimo Glaciale in tutti gli ambienti ed ecosistemi, anche in relazione ai significativi avvenimenti della sfera evolutiva bio-culturale umana, della regione e le sue connessioni con altre aree del pianeta.

Terza sessione: L'ultima Terminazione glaciale, l'Olocene, gli ultimi millenni, e le proiezioni per il futuro

La transizione dalla fine dell'ultimo periodo glaciale alle relativamente stabili condizioni interglaciali dell'Olocene segna la più recente riorganizzazione del sistema climatico terrestre, dove le interazioni tra le veloci e profonde modifiche socio-culturali e i cambiamenti climatici marcano altresì la transizione da un sistema climatico-ambientale dominato da processi naturali ad uno fortemente influenzato dall'uomo.

La complessa e articolata storia desunta dai record stratigrafici e paleoclimatici tardoglaciali e olocenici del Mediterraneo e Nord Atlantico, mostra un ampio spettro e mosaico di variabilità regionale e inter-regionale di temperatura, precipitazioni e riorganizzazione degli ecosistemi terrestri e marini, che non sempre sono riconoscibili nello spazio e nel tempo e che soprattutto non sono riconducibili alle stesse forzanti climatiche. A seguito degli eventi climatici del periodo tardo glaciale, nell'area Mediterranea, ed in particolare quella orientale, nel corso dell'Olocene Inferiore-Medio si verificano particolari condizioni di piovosità associate alla deposizione del Sapropel S1 (~10 – ~6 ka). Successivamente, a partire dalla fine dell'Olocene Medio, la conclusione dell'African Humid Period a circa 5 ka, marca definitivamente la transizione a condizioni climatiche semi-aride, più instabili e a carattere regionale che insistono oggi in ampi settori del Mediterraneo e del subcontinente europeo. Gli ultimi millenni dell'Olocene sono difatti punteggiati da una variabilità climatica a breve termine, da millenaria a secolare, che include le ben note fasi climatiche storiche del caldo medievale e la Piccola Età Glaciale. In questo quadro fortemente articolato e complesso si inserisce l'ulteriore variabile dei gas serra di origine antropica fino a prima inesistente, da alcuni autori considerato un fattore determinante dei cambiamenti climatici fin dal primo Neolitico, ma sicuramente preponderante dalla metà del XX secolo. Le ultime pulsazioni climatiche rivestono quindi particolare importanza nella distinzione tra forzanti naturali del clima, come l'attività solare e le eruzioni vulcaniche, e forzanti antropiche che si sono sovrapposte alle prime in modo intenso a partire dalla rivoluzione industriale, che segnano l'inizio di un periodo di forte impatto dell'uomo sull'ambiente naturale. Dal XVIII secolo, comincia ad essere disponibile un certo numero di osservazioni strumentali, rendendo possibile la calibrazione di numerosi *proxies* climatici e ambientali.

Lo scopo di questa sessione è quello di raccogliere i contributi della ricerca italiana sulla dinamica del sistema clima durante gli ultimi 18 ka con particolare riferimento alla regione mediterranea e alpina. I processi di deglaciazione, innalzamento del livello del mare, l'inizio delle condizioni interglaciali e sue progressioni, la variabilità a breve e lungo termine e le forzanti esterne naturali e antropiche, gli ultimi millenni e le connessioni tra evoluzione ambientale, socioculturale e clima, rappresentano alcune delle future sfide della comunità scientifica internazionale a cui bisogna dare risposte.

Inoltre, se pur consapevoli che non esiste nessun "paleoanalogo" dei futuri cambiamenti climatici, lo studio degli archivi fossili e in particolare la calibrazione delle serie naturali dell'ultimo millennio (dendrocronologia, serie di ghiaccio e di varve lacustri....) con le serie strumentali può fornire valide informazioni per la comunità scientifica che opera sulle ricostruzioni del clima del passato, sulla comprensione dei cambiamenti climatici attuali e sulle proiezioni a breve e lungo termine future.

WORKSHOP

La dinamica del clima nell'ultimo ciclo glaciale-interglaciale

17-18 Giugno 2019
Centro Congressi dell'Area della Ricerca del CNR
(Via Gobetti 101, Bologna)

PROGRAMMA

17-06-2019

10:00 - 11:00 Registrazione

11:00 - 11:20 Benvenuto e Introduzione al workshop

Moderatori: P. Montagna, E. Palazzi, A. Provenzale, C. Ravazzi

11:20 - 11:50 Plenaria #1 **Claudia Pasquero** - *La dinamica del clima: le connessioni tra le diverse latitudini*

11:50 - 12:20 Plenaria #2 **Barbara Stenni** - *Evoluzione climatica negli ultimi 150 mila anni documentata dalle carote di ghiaccio nelle regioni polari*

12:20 - 12:50 Plenaria #3 **Carlo Baroni** - *I ghiacciai italiani, sensibili indicatori dei cambiamenti climatici: passato, presente, futuro*

12:50 - 13:30 Presentazioni sintetiche dei poster (2-3 minuti/1-2 slides)

Crotti I. - *Quali informazioni sono nascoste nella porzione profonda della carota di ghiaccio di TALDICE?*

Stenni B. - *La variabilità climatica dell'ultimo interglaciale a Talos Dome, Antartide Orientale*

Torricella F. - *Caratterizzazione micropaleontologica degli ultimi 10.000 anni di sedimenti marini prelevati su Bellsund Drift (Svalbard)*

Bassi D. - *Analisi paleoecologica integrata di comunità bentoniche dell'Olocene della costa del Brasile sud-orientale*

Bazzicalupo P. - *Variabilità climatica durante l'ultima deglaciazione e l'Olocene: la risposta delle associazioni a coccolitoforidi e dei biomarker dalla carota ND14Q (Mar Adriatico Meridionale)*

Battaglia F. - *Ricostruzione morfobatimetrica e sismo stratigrafica ad alta risoluzione della baia di Edisto Inlet, Mare di Ross, Antartide*

Gamboia Sojo V.M. - *Associazione a foraminiferi bentonici come prova del cambiamento climatico durante l'Olocene nei sedimenti del Kveithola Trough, mare di Barents nord occidentale (Artico)*

Gariboldi K. - *Associazioni a diatomee della carota HLF17_01, Baia di Edisto, Mare di Ross, Antartide*

Gazzurra G. - *Studio dell'associazione a Foraminiferi nella baia di Edisto (Mare di Ross, Antartide) degli ultimi 2000 anni*

Gravina P. - *Caratterizzazione degli archivi stratigrafici di sedimento nel bacino del Transimeno (Umbria) durante l'Antropocene*

Ronchi L. - *Paleo bocche tidali dell'Adriatico Settentrionale: possibili indicatori delle variazioni eustatiche oloceniche*

Meccia V. - *Batimetria oceanica e linee di costa interattive per simulare l'ultima deglaciazione con il modello Max Planck Institute Earth System Model (MPI-ESM)*

- 13:30 - 14:30 Pausa pranzo
Moderatori: M. Brunetti, G. Monegato, C. Pasquero, B. Stenni
- 14:30 - 14:50 **Eleonora Regattieri** - *Cronologia, evoluzione e variabilità millenaria dell'Ultimo Interglaciale: una prospettiva Mediterranea (Relazione ad invito)*
- 14:50 - 16:00 **Mannella G.** - *Il paleo-lago Fucino (Avezzano, Abruzzo): evoluzione degli ambienti montani dell'Italia centrale a cavallo tra Saaliano ed Eemiano*
Mazzini I. - *Il ruolo degli ostracodi nelle ricostruzioni paleoclimatiche: l'esempio del Golfo di Corinto (IODP Leg 381)*
Badino F. - *L'impatto degli Heinrich Events sugli ecosistemi terrestri: individuazione di proxies paleoecologici e sedimentologici lacustri in Nord Italia e analisi delle loro serie temporali ad alta risoluzione*
Columbu A. - *Stalagmiti pugliesi per lo studio dell'ultimo periodo glaciale in Sud Italia e Mediterraneo: implicazioni paleoclimatiche e paleoantropologiche*
Pini R. - *Storia degli ecosistemi e del clima durante l'LGM: stratigrafia integrata di una serie lacustre-palustre al margine meridionale delle Alpi*
Vandelli V. - *Evidenze geomorfologiche e dati cronostratigrafici per la ricostruzione dell'evoluzione paleoambientale dell'Alta Val Badia (Dolomiti) precedente l'Ultimo Massimo Glaciale*
Asioli A. - *Il record marino del MIS2 nell'Adriatico: un approccio multidisciplinare*
- 16:00 - 16:30 Pausa caffè
- 16:30 - 16:50 **Giuseppe Siani** - *Variabilità climatica nel settore pacifico dell'Oceano Australe durante l'ultima transizione glaciale/interglaciale (Relazione ad invito)*
- 16:50 - 17:30 **Dreossi G.** - *Un esteso archivio glaciale nelle Alpi Orientali: le carote di ghiaccio dell'Ortles*
Spolaor A. - *Evidenze di un recente cambio di regime climatico nell'arcipelago delle isole Svalbard*
Antonioli F. - *Stalattiti a livelli marini: nuovi risultati per Palinuro e Ustica*
Delle Rose M. - *Fasi climatiche tardo oloceniche del Mediterraneo e possibili teleconnessioni con El Niño-Southern Oscillation: tre casi di studio*
- 17:30 - 18:00 Plenaria #4 **Antonello Provenzale** - *Climi planetari attraverso il tempo e lo spazio*
- 18:00 - 19:00 Sessione Poster - Ice breaking

Moderatori: L. Capotondi, B. Giaccio, F. Lirer

- 9:00 - 9:30 **Plenaria #5 Gianluca Marino** - *La fine di un'era glaciale: variazioni rapide di temperatura, CO₂ e livello del mare*
- 9:30 - 10:30 **Amezcu-Buendía R.** - *BEyOND (Big palEo Ocean Data): il nuovo database per esplorare oltre il sapropel*
- Incarbona A.** - *Il record isotopico post-glaciale delle acque intermedie connette i sapropel e gli organic-rich layers del Mediterraneo*
- Zanchetta G.** - *L'evento 4.2 ka: progressione ed impatto nella regione Mediterranea*
- Ravazzi C.** - *Ricostruzioni climatiche quantitative alle alte quote basate sulla calibrazione polline - clima. Incremento di precipitazioni e innevamento nel settore frontale delle Alpi italiane tra Olocene medio e superiore, effetti sulla vegetazione e scenari meteoclimatici*
- Margaritelli G.** - *Il Periodo Caldo Romano nel Mar Mediterraneo*
- Guastella R.** - *L'aumento della temperatura delle acque superficiali del mar Mediterraneo e le specie Lesspsiane: Il caso di Amphistegina lobifera nel canale di Sicilia*
- 10:30 - 11:00 Pausa caffè
- 11:00 - 12:00 **Vacchi M.** - *Paleo-livelli del mare olocenici e aggiustamento isostatico lungo le coste Mediterranee. Dati geologici vs modelli geofisici*
- Dalla Valle G.** - *MedMad: "Mediterraneo, la necessità di un archivio paleoclimatico profondo nell'era del riscaldamento globale"*
- López Correa M.** - *Aspetti sedimentologici dei mound a coralli profondi nel nord della Norvegia e variazioni paleoceanografiche dal Tardiglaciale all'Olocene*
- Colizza E.** - *Paleoclima e paleoambiente tardo quaternari nel Bacino settentrionale del Drygalski (Mare di Ross, Antartide) usando l'associazione di microrganismi e le caratteristiche dei sedimenti: risultati preliminari*
- Tesi T.** - *Dinamiche tardo oloceniche del ghiaccio marino nel mare di Ross: evidenze da un record espanso*
- 12:00 - 14:00 Discussione generale
- 14:00 - 15:00 Pausa pranzo e fine workshop

Quali informazioni sono nascoste nella porzione profonda della carota di ghiaccio di TALDICE?

I. Crotti¹, C. Barbante^{1,2}, M. Frezzotti³, W. Jiang³, A. Landais⁵, Z.L. Lu⁴, F. Ritterbusch⁴,
B. Stenni^{1,2}, C. Turetta², G.M. Yang⁴

¹ Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari, Venezia, Italia

² Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali, CNR, Venezia, Italia

³ Università Roma Tre, Dipartimento di Scienze, Roma, Italia

⁴ University of Science and Technology of China, Hefei, Cina

⁵ Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement IPSL/CEA-CNRS-UVSQ UMR, Gif-sur-Yvette, Francia

Le carote di ghiaccio polari estratte a grandi profondità forniscono informazioni essenziali per poter studiare i processi climatici e le loro interazioni in risposta a forzanti interne ed esterne. La carota di ghiaccio di lunghezza pari a 1620 m prelevata in Antartide a Talos Dome, nell'ambito del progetto TALDICE, ha permesso di ottenere ricostruzioni paleoclimatiche ad alta risoluzione dell'ultimo ciclo glaciale (Stenni et al., 2011). Ad oggi, la cronologia ufficiale AICC 2012 (Bazin et al., 2013) è stata definita solamente fino ad una profondità di 1438 m per TALDICE, corrispondente ad un'età di 154.000 anni. La parte più profonda della carota, invece, non è stata ancora ufficialmente datata. Questo lavoro si prefigge di ricostruire le variazioni climatiche per questa porzione ancora poco studiata e di definirne la cronologia.

Una prima datazione radiometrica è stata ottenuta tramite un'analisi di ^{81}Kr , eseguita tramite la tecnica denominata Atom Trap Trace Analysis (ATTA) all'Università di Hefei (Cina), su un campione di ghiaccio prelevato ad una profondità compresa tra 1574 e 1578 m, con l'utilizzo di 5,4 kg di ghiaccio, la quale ha permesso di stimare un'età del campione pari a 459.000 ± 50.000 anni. Tale dato si discosta in maniera rilevante dalla cronologia ufficiale. Oltretutto, la produzione di un record ad alta risoluzione (5cm) di $\delta^{18}\text{O}$ atm permetterà di sincronizzare il record di TALDICE con quello di altre carote, favorendo la comparazione dei segnali climatici. Infine, l'analisi ad alta risoluzione (5cm) di $\delta^{18}\text{O}$ e δD nella parte profonda di TALDICE permetterà di ottenere una risoluzione 20 volte maggiore rispetto a quella oggi disponibile (1 m) (Stenni et al., 2011). L'ottenimento di profili isotopici di ossigeno e idrogeno ricoprirà un ruolo di grande importanza in quanto, tramite lo studio di tali segnali, sarà possibile ricostruire le variazioni climatiche passate per la parte più antica della carota ed osservare l'eventuale presenza di processi fisici e chimici operanti a tali profondità, che ad oggi risultano ancora poco noti, al fine di comprendere come questi influenzino la preservazione del segnale climatico. Infine, i risultati ottenuti saranno particolarmente rilevanti alla luce del futuro progetto europeo Beyond Epica Oldest Ice Core (BE-OIC), il quale si prefigge di recuperare una carota di ghiaccio antartica profonda che conservi le informazioni relative alle variazioni climatiche degli ultimi 1,5 milioni di anni.

Bibliografia

Bazin et al., (2013). An optimized multi-proxy, multi-site Antarctic ice and gas orbital chronology (AICC2012): 120–800 k. *Climate Of The Past*, vol. 9, p. 1715–1731, doi:10.5194/cp-9-1715-2013

Stenni et al. (2011). Expression of the bipolar see-saw in Antarctic climate records during the last deglaciation. *Nature Geoscience*, vol. 4, p. 46-49, ISSN: 1752-0894, doi: 10.1038/NGEO1026

La variabilità climatica dell'ultimo interglaciale a Talos Dome, Antartide Orientale

B. Stenni^{1,2}, M. Frezzotti³, C. Franceschini¹, I. Crotti¹, V. Masson-Delmotte⁴, L. Sime⁵, C. Baroni⁶,
C. Varin¹, A. Spolaor², G. Dreossi²

¹ Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari Venezia, Italia

² CNR-IDPA, Venezia, Italia

³ ENEA, Laboratorio di Osservazione e Analisi della Terra e del Clima, Roma, Italia

⁴ LSCE (UMR 8212 CEA-CNRS-UVSQ/IPSL), Université Paris Saclay, Gif-sur-Yvette, France

⁵ British Antarctic Survey, Cambridge, CB3 0ET, UK

⁶ Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pisa, Italia

La calotta Antartica è un importante archivio delle variazioni climatiche del passato e la carota di ghiaccio di EPICA Dome C ci ha già fornito una ricostruzione delle temperature e dei gas serra degli ultimi 800.000 anni. L'ultimo periodo interglaciale, anche conosciuto come Eemiano (ca. 132–116 ka BP), caratterizzato da temperature globali e livello del mare più elevati di oggi, è stato ritrovato in 6 carote di ghiaccio dell'Antartide orientale: Vostok, Taylor Dome, Dome F, EPICA Dome C, EPICA Dronning Maud Land and TALDICE. Le ricostruzioni delle temperature del passato dalle carote di ghiaccio dell'Antartide si basano principalmente sui profili di δD and $\delta^{18}O$ mentre i profili dell'eccesso di deuterio, $d = \delta D - 8 \cdot \delta^{18}O$, contiene informazioni sulle condizioni climatiche delle aree sorgenti delle precipitazioni e può essere utilizzato come un tracciante integrato delle variazioni nel passato del ciclo idrologico.

In questo contributo presentiamo un nuovo profilo dell'eccesso di deuterio ottenuto dalla carota di ghiaccio di TALDICE analizzando i campioni ad alta risoluzione (5 cm) tra 1384 e 1414 m, corrispondenti ad un'età di 115-130 ka BP.

Talos Dome è un duomo periferico dell'Antartide orientale, localizzato nel settore del Mare di Ross, dove è stata perforata una carota di ghiaccio profonda, TALDICE, raggiungendo una profondità di 1620 m. Il sito di carotaggio (159°11'E 72°49'S; 2315 m s.l.m.; T=-41°C) è localizzato vicino alla sommità del duomo con uno spessore di ghiaccio di circa 1795 m e con un accumulo nevoso di 80 mm di acqua equivalenti all'anno, circa tre/quattro volte più elevato che in altri siti interni del plateau antartico. Le analisi delle retrotraiettorie suggeriscono che Talos Dome è principalmente influenzato dalle masse d'aria che arrivano sia dal settore dell'oceano Pacifico (mare di Ross) che dall'oceano Indiano. Uno studio precedente (Masson-Delmotte et al., 2011) suggerisce che i profili di $\delta^{18}O$ delle carote di ghiaccio dell'Antartide orientale mostrano un andamento abbastanza omogeneo durante l'attuale interglaciale e quello passato. Comunque, le differenze a livello regionale, particolarmente importanti nel caso della carota di ghiaccio di TALDICE, si potrebbero attribuire a variazioni di quota del duomo e/o variazioni di circolazione atmosferica o ancora estensione del ghiaccio marino. La parte basale dell'area di drenaggio nord-occidentale del duomo di Talos Dome si trova per la maggior parte al di sotto del livello del mare (Wilkes Subglacial Basin). Per questa ragione, quest'area potrebbe essere più sensibile alle fluttuazioni climatiche e di livello marino di altri settori della calotta glaciale dell'Antartide orientale. Un significativo ritiro del ghiaccio, la cui base poggia su un substrato roccioso al di sotto del livello del mare, in questo bacino subglaciale, potrebbe causare una variazione di quota e di conseguenza una variazione del segnale isotopico nel sito di Talos Dome. I profili di $\delta^{18}O$ e eccesso di deuterio verranno messi a confronto con i record isotopici di altre carote di ghiaccio grazie all'utilizzo di una cronologia comune denominata AICC2012, nonché a profili ad alta risoluzione di ssNa and nssCa ottenuti dalla carota di TALDICE per cercare di capire le differenze a carattere regionale messe in evidenza da questo sito.

Bibliografia

Masson-Delmotte et al. (2011). *Clim. Past*, 7, 397-423.

Caratterizzazione micropaleontologica degli ultimi 10,000 anni di una carota sedimentaria prelevata su Bellsund Drift (Svalbard)

F. Torricella¹, K. Gariboldi¹, V.M. Gamboa Sojo^{1,2}, G. Battolla¹, M. Caffau³, C. Caricchi³,
M. Rebesco³, R.G. Lucchi³, C. Morigi^{1,4}

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pisa, Italia

² Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli studi di Firenze, Italia

³ OGS Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste, Italia

⁴ Geological Survey of Denmark and Greenland GEUS Denmark

Le diatomee, microalghe dal guscio siliceo, sono i maggiori produttori primari degli oceani. Questi organismi sono sensibili alle minime variazioni dei parametri ambientali della colonna d'acqua in cui vivono, come ad esempio salinità, temperatura, pH ecc. Si trovano maggiormente nelle regioni fredde e ricche di nutrienti, laddove il contenuto di silice risulta essere abbondante. Grazie a queste loro caratteristiche, sono considerati ottimi strumenti per lo studio dell'evoluzione climatica del Quaternario, soprattutto nelle aree polari (Leventer et al., 2010, Crosta, 2011). A loro volta, i foraminiferi planctonici sono microorganismi eterotrofi che rappresentano il maggior gruppo di zooplancton all'interno dell'ecosistema marino e sono ampiamente usati per lo studio delle variazioni oceanografiche degli strati superficiali della colonna d'acqua. In questo lavoro, si presenta uno studio micropaleontologico (associazione a diatomee e foraminiferi) della carota Calypso GS191-01PC prelevata sul Bellsund Drift (Sud-ovest di Spitzbergen). La carota è stata prelevata, nell'ambito del progetto Eurofleets-2 PREPARED (PI Lucchi R.G.) a bordo della nave oceanografica RV G.O. Sars (5-15 giugno 2014). Lo scopo di questo lavoro è studiare le variazioni climatiche avvenute durante l'Olocene. I dati preliminari hanno permesso di riconoscere 4 principali unità che rappresentano differenti condizioni ambientali. I dati chimici e geochimici C_{org} e C_{tot} e XRF) e le datazioni supportano i risultati micropaleontologici e sedimentologici.

Analisi paleoecologica integrata di comunità bentoniche dell'Olocene della costa del Brasile sud-orientale

D. Bassi¹, P. Spotorno-Oliveira^{2,3}, C. Areias de Oliveira⁴, J. Wagner Alencar Castro⁴, Y. Iryu⁵, P. Dentzien-Dias², R. Coutinho³, F. Tapajós de Souza Tâmega^{2,3}

¹ Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Università degli Studi di Ferrara, via Saragat 1, 44122 Ferrara, Italia

² Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Av. Itália Km 8, 96203-900, Rio Grande, RS, Brasile

³ Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Divisão de Biotecnologia Marinha, Rua Kioto 253, 28930-000 Arraial do Cabo, RJ, Brasile

⁴ Museu Nacional, Laboratório de Geologia Costeira, sedimentologia e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040 Rio de Janeiro, RJ, Brasile

⁵ Institute of Geology and Paleontology, Graduate School of Science, Tohoku University, Aobayama, Sendai 980-8578, Giappone

I depositi marini olocenici affioranti lungo la costa del Brasile sud-orientale forniscono una eccellente opportunità per studiare cambiamenti ambientali relativi al livello eustatico ed ai regimi trofici. L'analisi paleoecologica integrata delle comunità bentoniche del subtidale superiore ricostruisce le loro dinamiche evolutive successive al massimo postglaciale. Vengono presentati tre casi studio nei quali le comunità a vermetidi, alghe corallinacee e briozoi sono state investigate attraverso rilievi GPS, analisi delle microfacies, tafonomia, isotopi stabili $\delta^{13}\text{C}/\delta^{18}\text{O}$ e datazioni al carbonio-14.

Le dune di retrospiaggia, presso Hermenegildo e Concheiros do Albardão, costa meridionale del Brasile (Rio Grande do Sul), sono caratterizzate dalla presenza di brioliti subsferoidali con organizzazione interna asimmetrica. Il nucleo è rappresentato da *Ostrea puelchana* incrostata da colonie multilamellari di briozoi. Gli icnogeneri *Gastrochaenolites* (prodotto da *Lithophaga patagonica*) e *Caulostrepsis* caratterizzano la parte interna che esterna dei brioliti. Questi si sono formati ~ 7910–7620 anni fa nella zona litorale. Successivamente, durante eventi successivi di tempesta, sono stati risedimentati sulla battigia prima del loro definitivo seppellimento nelle dune di retrospiaggia (~ 5700; Tâmega et al., 2019).

Nella baia di Arraial do Cabo (Rio de Janeiro), successivamente al massimo postglaciale lo stazionamento alto del livello marino e l'instaurarsi di correnti di risalita hanno favorito una dominante produzione carbonatica. Durante la rapida trasgressione marina (~ 7300) il subtidale superiore era caratterizzato da substrati soffici grossolani colonizzati da alghe corallinacee ramificate (*Lithophyllum pustulatum*, *Spongites fruticosus*, *Spongites yendoi*, *Mesophyllum engelharti*). Con l'instaurarsi delle correnti di upwelling (~ 3400–1700) comunità a vermetidi (*Petalconchus varians*), corallinacee e bivalvi a guscio sottile proliferano su substrati soffici fini soggetti a basso tasso di sedimentazione ed alti livelli di nutrienti (Spotorno-Oliveira et al., 2016).

Le curve delle paleotemperature (~ 4.000–attuale) prodotte dalle analisi isotopiche dei gusci dei vermetidi sono comprese tra i 16.6 °C ed i 24.0 °C. Questi valori sono inferiori (~ 4–10 °C) a quelli determinati con i foraminiferi planctonici. L'arricchimento in $\delta^{13}\text{C}$ nei vermetidi studiati conferma l'elevata produttività primaria derivante dall'intensificazione delle correnti di risalita del tardo Olocene (~ 2.000). Queste correnti erano principalmente controllate dall'azione combinata dei venti di Nord-Est, dall'intensificazione del sistema meandriforme della Corrente del Brasile e dalla morfologia della costa (De Oliveira et al., in revisione). La differenza di paleotemperature può essere spiegata considerando che i foraminiferi della piattaforma mediana sono più influenzati dalle correnti calde tropicali che dalla South Atlantic Coastal Water (SACW).

Bibliografia

De Oliveira et al., in revisione.

Spotorno-Oliveira et al. 2016, Marine Geology, 381, 17–28.

Tâmega et al. 2019, Holocene, in stampa. doi: 10.1177/0959683618824739

Variabilità climatica durante l'ultima deglaciazione e l'Olocene: la risposta delle associazioni a coccolitoforidi e dei biomarker dalla carota ND14Q (Mar Adriatico Meridionale)

P. Bazzicalupo¹, M.A. Sicre², P. Maiorano¹, V. Klein², D. Pinto¹, G. Ventruti¹, S. Bonomo^{3,4,5}, A. Cascella³, D. Insinga⁴, P. Petrosino⁶, F. Lirer⁴

¹ Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, via E. Orabona 4, 70125, Bari, Italia

² LOCEAN Laboratory, Sorbonne Universités (UPMC, Univ Paris 06) - CNRS-IRD-MNHN, 3UMR5805, Paris, France, Italia

³ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Via della Faggiola 32, 52126, Pisa, Italia

⁴ Istituto di Scienze Marine (ISMAR) - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Calata Porta di Massa, 80133- Napoli, Italia

⁵ Istituto di Biomedicina ed Immunologia Molecolare "Alberto Monroy" (IBIM), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via Ugo La Malfa 153, 90146, Palermo, Italia

⁶ DiSTAR - Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse e Università degli Studi di Napoli "Federico II", Largo S. Marcellino 10, 80138 Napoli, Italia

La carota ND14Q, situata nel Mar Adriatico Meridionale, ha restituito un dataset degli ultimi 20000 anni, comprendente variazioni delle associazioni a coccolitoforidi, alchenoni e n-alcani. La carota è stata recuperata nella Fossa Sud Adriatica a 1013 m di profondità, grazie al progetto NextData, un progetto di collaborazione scientifica tra vari ricercatori ed enti di ricerca, con lo scopo di immagazzinare conoscenze scientifiche degli archivi climatici sparsi sul territorio italiano (www.nextdataportproject.it). La carota investigata ha uno spessore di circa 5 m e contiene una successione pressoché uniforme di sedimenti argillosi, inclusi diversi livelli di tefra. Il Mar Adriatico è ben noto per essere un'area di estrema sensibilità climatica (e.s. Piva et al., 2008; Siani et al., 2013; Jalali et al., 2018) la cui circolazione superficiale è fortemente influenzata da venti e dagli apporti fluviali; il bacino adriatico è inoltre un'area chiave per la formazione di acque profonde nel Mar Mediterraneo. La posizione della carota risulta quindi eccellente allo scopo di esplorare la risposta dei proxy terrestri e marini durante i cambiamenti climatici agenti a differenti scale temporali.

L'associazione a coccolitoforidi evidenzia distintamente relativi aumenti della temperature e cambiamenti della produttività delle acque superficiali durante l'intero record. Lo studio delle associazioni inoltre, aumenta la conoscenza del comportamento dei coccolitoforidi nel Mar Adriatico che, finora risulta mancante di studi approfonditi. L'utilizzo degli alchenoni è stato impiegato per la ricostruzione delle temperature assolute delle acque superficiali (SST) e per investigare le variazioni di concentrazione e preservazione della materia organica al fondo, attraverso l'analisi degli alchenoni C³⁷; questa stima era ancora assente nell'area adriatica per l'intervallo temporale analizzato. Inoltre sono stati misurati gli n-alcani prodotti dalle piante terrestri per quantificare: la quantità di materiale terrestre nei sedimenti, l'apporto di materiale organico da terra e le variazioni delle condizioni di umidità sul continente. Lungo la deposizione del sapropel S1, all'interno della carota, è stato analizzato anche il contenuto mineralogico; per investigare in dettaglio la provenienza continentale dei sedimenti durante questa fase climatica estremamente rilevante. Le oscillazioni delle associazioni e del record delle SST indicano chiaramente la presenza delle maggiori fasi climatiche che hanno caratterizzato gli ultimi 20000 anni: lo Stadiale Heinrich 1, il Bølling Allerød, lo Younger Dryas, l'inizio dell'Olocene e l'evoluzione delle moderne condizioni climatiche. In aggiunta, diversi eventi a più stretta scala temporale (millenaria e centennale), sono stati individuati negli archivi delle acque superficiali e dei marker terrestri. L'integrazione dei risultati tra i proxy marini e terrestri mette in evidenza l'estrema sensibilità dei coccolitoforidi e dei biomarker nel caratterizzare gli scenari paleoclimatici.

Bibliografia

Piva, A., Asioli, A., Trincardi, F., Schneider, R. R., Vigliotti, L. (2008). Late-Holocene climate variability in the Adriatic Sea (Central Mediterranean). *The Holocene*, 18 (1), 153-167.

Siani, G., Magny, M., Paterne, M., Debret, M., Fontugne, M. (2013). Paleohydrology reconstruction and Holocene climate variability in the South Adriatic Sea. *Climate of the Past*, 9, 499-515.

Jalali, B., Sicre, M. A., Klein, V., Schmidt, S., Maselli, V., Lirer, F., Petrosino, P. (2018). Deltaic and coastal sediments as recorders of Mediterranean regional climate and human impact over the past three millennia. *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 33 (6), 579-593.

Ricostruzione morfobatimetrica e sismo stratigrafica ad alta risoluzione della baia di Edisto Inlet, Mare di Ross, Antartide

F. Battaglia^{1,2}, L. Baradello², L. De Santis², E. Gordini², C. Sauli², V. Kovacevic², D. Morelli³, L. Langone⁴, F. Colleoni², E. Colizza³, M. Rebesco², D. Accetella²

¹ Dipartimento di scienze ambientali informatica e statistica, Università Cà Foscari, Venezia, Italia

² OGS, Istituto nazionale di oceanografia e geofisica sperimentale Trieste, Italia

³ Dipartimento di matematica e scienze della terra, Trieste, Italia

⁴ ISMAR CNR, Bologna, Italia

La baia di Edisto Inlet, situata lungo la costa settentrionale della Terra Vittoria, ha una lunghezza di circa 18 km e 4 km di larghezza, scolpita da processi glaciali e separata da una soglia morfologica dalla più grande baia di Moubray. Può essere equiparata quindi ad un fiordo, viste le sue caratteristiche morfologiche e genetiche.

La baia di Edisto Inlet è raramente accessibile per via della presenza di ghiaccio marino ma nel 2017 durante la spedizione di OGS Explora del PNRA (Programma Nazionale delle Ricerche in Antartide), condizioni eccezionali di assenza di pack hanno permesso per la prima volta l'acquisizione di una grande quantità di dati (compresi profili chirp sub-bottom, batimetria multibeam, misurazioni ADCP e due carote di sedimento) all'interno della baia. Tali dati integrano profili subbottom e le carote di sedimento acquisiti nel 2005 nella parte settentrionale della baia.

I nuovi dati geofisici rivelano la presenza di sediment drift spessi circa 50- 100 metri, che si sono formati sotto l'influenza di persistenti correnti di fondo. L'analisi delle carote suggerisce che i sediment drift sono caratterizzati da un alto tasso di sedimentazione e sono quindi eccellenti archivi paleoclimatici.

Record paleoclimatici così espansi sono fondamentali per comprendere i cambiamenti in atto in Antartide, tuttavia, le ricostruzioni paleoclimatiche e oceanografiche, specialmente nelle baie costiere dell'Antartide, così come la circolazione ed i processi che influenzano il loro scambio con l'oceano, sono ancora molto scarse.

I primi risultati dell'analisi integrata dei dati geofisici e le informazioni stratigrafiche provenienti dalle carote di sedimento mostrano che durante l'ultima glaciazione la deposizione è stata influenzata dai ghiacciai che hanno scolpito la baia fin dalla sua soglia esterna.

Dopo l'ultimo massimo glaciale, i ghiacciai si sono ritirati e non sono mai più avanzati mentre durante il periodo post-glaciale la sedimentazione è stata dominata da correnti di fondo che hanno permesso la formazione dei sediment drift, piuttosto che da processi di acqua di fusione.

Una sequenza laminata ed espansa di fanghi a diatomee ha riempito la parte centrale della baia di Edisto Inlet a partire da circa 9000 anni BP. L'analisi delle carote è ancora in corso, ma una prima ipotesi per spiegare l'elevato accumulo di questi fanghi è che il regime stagionale di ghiaccio marino che caratterizza il fiordo abbia causato una bassa ventilazione sul fondo del mare, il che può aver consentito la conservazione del diatom ooze.

Associazione a foraminiferi bentonici come prova del cambiamento climatico durante l'Olocene nei sedimenti del Kveithola Trough, mare di Barents nord occidentale (Artico)

V.M. Gamboa Sojo^{1,2}, C. Morigi^{1,3}, R.G. Lucchi⁴, F. Caridi⁵, A. Sabbatini⁵, and the Scientific Party of BURSTER cruise

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pisa, Italia

² Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze, Italia

³ Stratigraphy Department, Geological Survey of Denmark and Greenland, Copenhagen, Denmark

⁴ Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), Trieste, Italia

⁵ Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università Politecnica delle Marche, Italia

Studi condotti nella regione artica negli ultimi decenni hanno dimostrato che questa zona sta rispondendo più rapidamente al riscaldamento globale rispetto ad altre aree del nostro pianeta. Diversi studi indicano che i cambiamenti climatici dell'Olocene nell'Artico sono di maggiore ampiezza rispetto alle aree subpolari. Il Kveithola Trough, situato nella parte nord-ovest del mare di Barents, ha un interessante record sedimentario associato alla sua configurazione oceanografica e alla sua paleo dinamica glaciale. In quest'area interagiscono due masse d'acqua principali: la fredda e dolce Corrente Artica proveniente dal nord e la calda e salata Corrente Atlantica che scorre da sud. Durante la campagna oceanografica EUROLLEETS2-BURSTER (Giugno 2016), sono stati raccolti sette multi-core da tre siti di campionamento nell'area del Kveithola Trough. Lo scopo di questo studio è quello di analizzare tre di queste carote, focalizzandosi sulle tanatocenosi e sulle biocenosi a foraminiferi bentonici, così come sui parametri sedimentologici, al fine di studiare la variabilità delle condizioni delle masse d'acqua, il flusso di materia organica e la concentrazione di ossigeno al fondo marino durante gli ultimi decenni. La composizione delle associazioni a foraminiferi bentonici (biocenosi e tanatocenosi) e l'abbondanza tassonomica hanno permesso di dedurre significative differenze ambientali nell'evoluzione delle aree interne ed esterne nel sistema sedimentario del Kveithola Trough. Le specie foraminiferi dominanti (vivi e morti) sono *Globobulimina auriculata*, *Globobulimina arctica*, *Nonionellina labradorica*, *Cassidulina laevigata* e *Cassidulina neoteretis*, presenti in diverse percentuali in ciascun sito. I risultati preliminari mostrano che negli ultimi 200 anni fino ad oggi, la parte più profonda del Kveithola Trough è stata un ambiente altamente dinamico ad alta energia con un alto tasso di erosione. La parte interna è stato un ambiente stressante con basse concentrazioni di ossigeno e un elevato flusso di fitodetrito superficiale verso il fondo, probabilmente anche influenzato da emissioni di metano. Una maggiore influenza delle masse d'acque calde si riflette nella comparsa oppure nell'aumento della presenza di taxa caldi (come *Melonis barleeanus*, *Cassidulina neoteretis*, *Cassidulina laevigata*) negli ultimi decenni. Nello stesso tempo, l'alta percentuale di *Nonionellina labradorica*, *Globobulimina auriculata*, *Globobulimina arctica*, mostra una bassa concentrazione di ossigeno lungo l'area di Kveithola Trough. Questi risultati preliminari richiedono un'ulteriore ricerca da confermare mediante analisi multidisciplinari, inclusi dati oceanografici, sedimentologici e chimici. Ringraziamenti Il lavoro è stato finanziato dal progetto italiano PNRA 14_00039 Progetto "AXED" (PI: C. Morigi).

Associazioni a diatomee della carota HLF17_01, Baia di Edisto, Mare di Ross, Antartide

K. Gariboldi¹, C. Morigi¹, T. Tesi², S. Belt³, L. Capotondi², E. Colizza⁴, F. Finocchiaro⁴, A. Gallerani², G. Gazzurra¹,
F. Giglio², P. Giordano², F. Muschitiello⁵, L. Smik³, F. Torricella¹, L. Langone²

¹ Dipartimento di Scienze Terra, Università degli Studi di Pisa, Pisa, Italia

² CNR-ISMAR, Bologna, Italia

³ School of Geography, Earth and Environmental Sciences, Univ. of Plymouth, Plymouth, United Kingdom

⁴ Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università degli Studi di Trieste, Trieste, Italia

⁵ Department Geog., Univ. of Cambridge, Cambridge, United Kingdom

Nel contesto del progetto PNRA-Holoferne, sono state svolte dettagliate analisi micropaleontologiche sulle associazioni a diatomee della carota HLF17_01 (lunghezza totale 14,6 m, per un periodo di tempo pari a circa 2800 anni), carota che è stata campionata all'interno della baia di Edisto (mare di Ross, Antartide). L'alto tasso di sedimentazione biosilicea che caratterizza la baia (i tassi di accumulo sono pari a circa 0,5 cm a-1) e la sua morfologia hanno permesso la formazione di lamine a diatomee, nonché la loro preservazione nel record sedimentario. Le analisi sulle associazioni a diatomee sono state svolte sia sul sedimento omogeneizzato sia su singole lamine della sezione III della carota, distinguendo tra lamine chiare e scure. I risultati preliminari mostrano che le associazioni a diatomee delle singole lamine forniscono informazioni sulle paleodinamiche del ghiaccio marino all'interno della baia, mentre le analisi sui campioni omogeneizzati lungo tutta la carota rivelano l'andamento regionale dell'evoluzione del clima nella regione del mare di Ross, come conferma il confronto con altri record esistenti nell'area.

Studio dell'associazione a Foraminiferi nella baia di Edisto (Mare di Ross, Antartide) degli ultimi 2000 anni

G. Gazzurra¹, K. Gariboldi¹, T. Tesi², L. Langone², S. Belt³, L. Capotondi², E. Colizza⁴, F. Finocchiaro⁴, A. Gallerani²,
F. Giglio², P. Giordano², F. Muschitiello⁵, L. Smik³, F. Torricella¹, C. Morigi¹

¹ Department Earth Sciences, Univ. of Pisa, Pisa, Italia

² CNR-ISMAR, Bologna, Italia

³ School of Geography, Earth and Environmental Sciences, Univ. of Plymouth, Plymouth, United Kingdom

⁴ Department Math & Geosci., Univ. of Trieste, Trieste, Italia

⁵ Department Geog., Univ. of Cambridge, Cambridge, United Kingdom

Nell'ambito del progetto PNRA-HOLOFERNE, sono state effettuate delle analisi micropaleontologiche su due carote di sedimento, prelevate nello stesso sito, fra Cape Hallett e Cape Christie nel mare di Ross (Antartide). A causa della geomorfologia dell'area e dell'alto tasso di sedimentazione, i sedimenti delle due carote (HLF16-1pc, lunga 11,4 m e HLF17-1pc, lunga 14,6 m) presentano un'alternanza ritmica di lamine chiare e lamine scure. Nella carota HLF16-1pc sono state analizzate le microfaune a foraminiferi planctonici e bentonici. Campioni di sedimento di spessore 10 cm sono stati prelevati dalla carota e successivamente, essiccati e lavati con un setaccio a 63 µm; il residuo di lavaggio è stato analizzato allo stereo-microscopio. Lo scopo dello studio è la ricostruzione paleo-ambientale della Baia di Edisto degli ultimi 2000 anni. In particolare, l'associazione a foraminiferi bentonici è stata analizzata per ottenere informazioni sulle condizioni del fondo marino, in relazione al flusso di materia organica, alla concentrazione di ossigeno sul fondale e sull'influenza delle correnti di fondo. Invece, i foraminiferi planctonici sono stati utilizzati per valutare le condizioni idrografiche della colonna d'acqua. La carota HLF17-1pc è stata invece utilizzata per ricostruire dettagliatamente la paleo-copertura del ghiaccio marino, attraverso lo studio dell'associazione a diatomee e della geochimica inorganica (vedi Gariboldi et al. e Tesi et al., stesso volume). Sono stati ritrovati dei resti di Ophiuroidea (vertebre del braccio e altre placche ossee) a varie profondità nelle due carote. Questi livelli sono stati datati con il ¹⁴C, e potrebbero rivelarsi un mezzo molto potente per correlare le due carote di sedimento, e per integrare le informazioni paleo-ambientali ottenute.

Caratterizzazione degli archivi stratigrafici di sedimento nel bacino del Trasimeno (Umbria) durante l'Antropocene

P. Gravina¹, C. Petroselli², A. Ludovisi³, R. Selvaggi⁴, B. Moroni⁵, D. Cappelletti⁶

¹ Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie, Università degli Studi di Perugia, Italia

I sedimenti lacustri costituiscono uno tra i più completi e dettagliati archivi storici nei quali è documentata l'evoluzione temporale delle caratteristiche trofiche della conca lacustre e del clima della regione nella quale il lago si colloca. Lo studio dei processi ambientali che avvengono nel sito è possibile grazie all'identificazione dei fattori che li hanno influenzati, separando effetti limnologici, climatici e antropogenici. L'identificazione e la quantificazione di marker chimici rilevanti e l'elaborazione di indici paleoclimatici, risultano necessari per la caratterizzazione degli eventi antropici e climatici nell'Antropocene (ultimi 200 anni).

Questo lavoro ha avuto come obiettivo l'identificazione di profili storici di proxy nei sedimenti del Lago Trasimeno (Umbria), in particolare abbiamo determinato umidità residua (RH%), sostanza organica totale (TVS%) e concentrazione di metalli in tracce. Questi parametri/proxy sono stati usati per descrivere i cambiamenti nella qualità ambientale del bacino lacustre nel corso degli ultimi 150 anni. L'ecosistema del lago Trasimeno è stato profondamente modificato nei secoli dall'azione combinata di cambiamenti climatici e pressioni antropiche.

Abbiamo investigato quattro sezioni verticali di sedimento, campionate nel maggio 2007 e datate tramite misure di ²¹⁰Pb e ¹³⁷Cs. I campioni di sedimento sono stati scongelati, omogeneizzati ed essiccati all'aria. In seguito sono state determinate tramite metodo gravimetrico umidità residua (RH%) e sostanza organica totale (TVS%). Inoltre sono state fatte misure per determinare carbonio totale (Ctot%), carbonio organico totale (TOC%) e carbonio inorganico totale (TIC%), le quali mostrano una buona correlazione con TVS%.

I metalli sono stati determinati usando due tecniche: i) quantitativa con ICP-OES, dove si necessita della mineralizzazione acida del campione; ii) non-quantitativa con XRF, misura non distruttiva direttamente sul campione essiccato all'aria.

Un risultato preliminare è la forte similarità tra i profili di Calcio e TVS%. Questo potrebbe essere relazionato all'abbassamento del livello del lago (periodo di siccità) il quale può aver portato diversi fenomeni come la flocculazione della sostanza organica che incorpora calcio, la precipitazione di carbonato di calcio e la precipitazione di composti di calcio fosfato. I risultati di analisi in XRD hanno escluso la presenza di precipitati cristallini di calcio fosfato (es. idrossiapatite).

Abbiamo inoltre osservato un massimo nei profili delle concentrazioni per alcuni metalli pesanti (Pb, Ni, Co, Zn, Cr e V) nel periodo tra 1930-1945. Questo potrebbe essere legato alla presenza di industrie belliche di aeroplani localizzate vicino al bacino, le quali potrebbero aver intensificato la produzione durante la Seconda Guerra Mondiale.

Obiettivi futuri includeranno misure dei profili isotopici di C e N e quantificazione di proxy organici (es. alchenoni) attraverso misure in GC-MS, per ricostruire il trend della temperatura del lago nel passato.

Paleo bocche tidali dell'Adriatico Settentrionale: possibili indicatori delle variazioni eustatiche oloceniche

L. Ronchi¹, A. Fontana¹, A.M. Correggiari², A. Remia²

¹ Dipartimento di Geoscienze – Università di Padova, Via Gradenigo 6, 35131 Padova, Italia

² CNR-ISMAR Istituto di Scienze Marine Sede di Bologna, Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia

Nella piattaforma adriatica settentrionale sono state recentemente individuate e caratterizzate una serie di forme canalizzate, spesso profondamente incise, completamente colmate da sedimento. Circa 100 di queste morfologie sepolte sono state riconosciute come resti di antiche bocche tidali formatesi durante la trasgressione post-LGM che ha condotto alla sommersione della piattaforma continentale. Questi elementi sono stati individuati attraverso l'analisi di circa 7000 km di rilievi geofisici ad alta risoluzione (profili CHIRP-sonar) e alcune decine di carotaggi stratigrafici. I dati sono stati acquisiti durante varie missioni a bordo della nave oceanografica Urania tra il 1990 e il 2014.

Il potenziale di preservazione dei sistemi lagunari trasgressivi in genere è limitato in quanto tali elementi sono stati quasi sempre completamente erosi dall'azione dei processi legati alla formazione della ravinement surface. Tuttavia, data la significativa profondità delle bocche tidali rispetto alle piane lagunari associate, esse possono rappresentare degli importanti marker per la ricostruzione della cronologia e delle modalità con cui si è attuata la sommersione della pianura costiera preesistente. Infatti, tramite l'analisi delle morfologie sepolte, della posizione stratigrafica e dei sedimenti che formano il riempimento delle bocche tidali abbandonate, si possono ottenere importanti informazioni che riguardano la posizione della linea di costa, le dimensioni dei sistemi lagunari scomparsi e, in alcune condizioni, l'antico livello marino relativo.

Le paleo bocche tidali individuate nell'Adriatico Settentrionale sono caratterizzate da un'ampia variabilità dello spessore del riempimento, il quale oscilla fra i 5 e i 20 m; inoltre, sono praticamente assenti evidenze di migrazione laterale o verso terra durante il periodo di attività. Queste caratteristiche, assieme al grande numero di esempi riconosciuti nell'area, suggerisce la formazione ricorrente di estesi sistemi lagunari e il loro rapido abbandono per backstepping durante l'ultima trasgressione.

In particolare, le paleo bocche tidali riconosciute nell'area di studio possono essere suddivise in gruppi identificati sulla base della quota batimetrica a cui attualmente si trova il top del loro riempimento. Questo consente di vincolare la posizione di una serie di antiche line di riva. Inoltre, considerando anche le età del riempimento e le relazioni stratigrafiche esistenti tra le bocche analizzate, è possibile ipotizzare che la formazione dei sistemi lagunari associati sia stata favorita da periodi di stasi o di relativo rallentamento della velocità di innalzamento marino. Invece la loro disattivazione pare sia legata ad una significativa ripresa della trasgressione. Questo processo sembrerebbe legato a variazioni eustatiche connesse a fluttuazioni climatiche globali piuttosto che a cambiamenti ambientali a scala locale, quali ad esempio modifiche dei sistemi deltizi.

Nell'area di studio una delle più evidenti fasi di stasi nell'innalzamento marino olocenico sembrerebbe documentata attorno a 9.5 ka cal BP, confermata anche da altri indicatori presenti nel Mar Adriatico.

Questa ricerca fornisce nuove informazioni su due tematiche principali: i) incrementa la conoscenza sulla trasgressione marina post-LGM, contribuendo quindi a ricostruire la storia dell'innalzamento marino; ii) contribuisce a comprendere l'evoluzione delle bocche tidali e dei sistemi lagunari in condizioni di elevate velocità di risalita marina, fornendo dati utili per vincolare le previsioni future.

Batimetria oceanica e linee di costa interattive per simulare l'ultima deglaciazione con il modello Max Planck Institute Earth System Model (MPI-ESM)

V. Meccia¹, U. Mikolajewicz²

¹ Institute of Atmospheric Sciences and Climate (ISAC-CNR), Bologna, Italia

² Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg, Germany

Con l'avanzamento o il ritiro delle calotte glaciali il flusso netto di acqua dolce verso l'oceano cambia, e il fondo del mare si adatta a causa delle regolazioni isostatiche, causando variazioni della topografia e della linea di costa. Questo processo è stato particolarmente intenso durante l'ultima deglaciazione a causa degli alti tassi di fusione dei ghiacci. Quando si tenta di simulare l'ultima deglaciazione con modelli complessi (Earth System Models, ESM) è quindi necessario considerare la batimetria e le coste oceaniche variabili. Tuttavia, nella maggior parte degli ESMs la maschera terra-mare non cambia durante le simulazioni, perché la generazione di una nuova batimetria oceanica implica diversi interventi manuali di correzione, una procedura molto dispendiosa in termini di tempo. Questo è uno dei principali problemi tecnici nella simulazione di un ciclo glaciale completo con modelli di circolazione generale.

In questo lavoro si presenta uno strumento che consente un calcolo automatico della batimetria e della maschera terra-mare durante una lunga simulazione paleoclimatica. Lo strumento si applica al modello complesso Max Planck Institute Earth System Model (MPI-ESM). La procedura include la generazione del file di batimetria e la modifica del restart file per girare la componente oceanica del modello MPIESM.

La strategia applicata è descritta in dettaglio e gli algoritmi sono testati in una simulazione a lungo termine che ne dimostra il funzionamento. Il nostro approccio garantisce la conservazione di massa e dei traccianti su scala globale e regionale; ovvero, le modifiche in un singolo punto della griglia vengono propagate solo a livello regionale.

La procedura presentata rappresenta un contributo importante allo sviluppo di un modello completo accoppiato ice sheet–solid Earth–climate model con topografia variabile nel tempo che consente simulazioni dell'ultima deglaciazione considerando batimetria e maschera terra-mare interattive.

Il paleo-lago Fucino (Avezzano, Abruzzo): evoluzione degli ambienti montani dell'Italia centrale a cavallo tra Saaliano ed Eemiano

G. Mannella¹, E. Regattieri^{1, 2}, G. Zanchetta^{1,3}, B. Giaccio⁴, B. Wagner⁵

¹ Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Pisa, Via S. Maria 53, 56126 Pisa, Italia

² Istituto di Geoscienze e Georisorse - CNR, Via Moruzzi 1, 56124 Pisa, Italia

³ Istituto di Geofisica e Vulcanologia-INGV Pisa, Via della Faggiola, 56126 Pisa

⁴ Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria - CNR, Via Salaria km 29, 00015 Montelibretti (RM), Italia

⁵ Istituto di Geologia e Mineralogia - Università di Colonia, Zùlpicher Str. 49a, 50674 Colonia, Germania

Il penultimo ciclo glaciale-interglaciale (Saaliano-Eemiano) ha visto il repentino passaggio da una fase fredda e relativamente umida, in cui le calotte glaciali dell'emisfero settentrionale erano particolarmente estese, ad una fase più calda dell'attuale, culminata in un intenso riscaldamento artico. In questo contesto è importante capire il ruolo dei processi ambientali delle medie e basse latitudini nel sostenere l'innescio della deglaciazione e nel sostenere la sua propagazione (cf. Weldeab et al., 2007). Inoltre lo studio dell'Eemiano ci può fornire informazioni sulla possibile evoluzione di queste regioni nell'attuale contesto di progressivo riscaldamento globale (Sánchez Goñi et al., 2012).

Il Bacino del Fucino (Avezzano, Abruzzo) ha ospitato sin dal Pleistocene inferiore un grande lago montano che ha registrato nella propria sequenza sedimentaria il succedersi delle fasi climatiche e dell'attività esplosiva dei principali centri vulcanici peri-tirrenici. Un carotaggio scientifico effettuato nell'area dell'antico lago (Giaccio et al., 2015) ha restituito una successione di limi lacustri intercalati a 21 livelli di ceneri vulcaniche (tefra) che abbraccia gli ultimi 190 mila anni (ka). La successione è stata studiata mediante diverse tecniche analitiche (Mannella et al., 2019), tra cui fluorescenza a raggi X, analisi biogeochimiche (TIC-TOC-TN-TS), analisi sulla composizione isotopica ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$) del carbonato e della materia organica, analisi mineralogiche per diffrazione su polveri. L'insieme di dati ha permesso di identificare delle variabili significative a livello paleo-ambientale (proxy), mentre i tefra hanno permesso di datare in maniera indipendente ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) la successione (Mannella et al., 2019) e di proporre correlazioni con altri archivi naturali (sedimenti lacustri, marini e speleotemi) della regione mediterranea e delle regioni limitrofe.

In merito alla transizione tra il Saaliano e l'Eemiano, osserviamo a partire da circa 140 ka, un processo di progressiva stabilizzazione dei suoli nell'area fucense e, in generale, nell'area mediterranea. Questo è accompagnato da un costante aumento delle temperature della superficie marina sia alle basse latitudini sia a livello locale. Diversamente, la regione Nord Atlantica, è caratterizzata da una ulteriore propagazione delle calotte glaciali. A partire da circa 134 ka osserviamo una rapida e concomitante accelerazione del processo di deglaciazione che culmina nell'Eemiano. Nell'area fucense l'interglaciale è contrassegnato da una spiccata variabilità ambientale e mostra una durata variabile nei diversi proxy indicando il graduale smantellamento di ambienti relitti in un contesto di progressiva riduzione delle temperature.

Bibliografia

Giaccio, B., et al. A key continental archive for the last 2 Ma of climatic history of the central Mediterranean region: A pilot drilling in the Fucino Basin, central Italy. *Scientific Drilling*, 2015, 20: 13-19.

Mannella, G., et al. Palaeoenvironmental and palaeohydrological variability of mountain areas in the central Mediterranean region: A 190 ka-long chronicle from the independently dated Fucino palaeolake record (central Italy). *Quaternary Science Reviews*, 2019, 210: 190-210.

Sánchez Goñi, M.F., et al. European climate optimum and enhanced Greenland melt during the Last Interglacial. *Geology*, 2012, 40.7: 627-630.

Weldeab, S., et al. 155,000 years of West African monsoon and ocean thermal evolution. *Science*, 2007, 316.5829: 1303-1307.

Il ruolo degli ostracodi nelle ricostruzioni paleoclimatiche: l'esempio del Golfo di Corinto (IODP Leg 381)

I. Mazzini¹, T. M. Cronin²

¹ Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria (IGAG), CNR, Area della Ricerca di Roma RM1, Via Salaria km 29,300, 00016 Monterotondo Stazione, Roma, Italia; ilaria.mazzini@igag.cnr.it

² U.S. Geological Survey, Reston, VA, USA; tcronin@usgs.gov

Durante la spedizione IODP 381 "Corinth Active Rift Development" sono stati perforati tre siti che forniscono una registrazione ad alta risoluzione della sedimentazione nel centro del Golfo di Corinto (M0079 e M0078) e nella parte orientale del golfo, nel Golfo di Alkyonides (M0080). Le indagini micropaleontologiche eseguite a bordo indicano un'alternanza tra ambienti marini e "isolati" (probabilmente non marini), conseguenza delle fluttuazioni del livello del mare rispetto alle soglie che delimitano il bacino (McNeill et al. 2019a, b; Shillington et al. 2019). In questi ambienti, gli ostracodi possono essere particolarmente utili perché, a differenza di altri microfossili comunemente utilizzati come foraminiferi e nannoplancton, vivono in tutti gli ambienti acquatici, dalle acque profonde marine alle pozze temporanee d'acqua dolce. La fauna ad ostracodi proveniente dai sondaggi M0080A e M0078A è estremamente ben conservata e abbondante. In entrambi i sondaggi sono evidenti importanti cambiamenti ambientali. I sedimenti interglaciali, che rappresentano principalmente il MIS 1 e 5, sono caratterizzati da associazioni tipicamente marine, mediterranee, dominate da taxa come *Henryhowella*, *Bosquetina*, *Cytheropteron*, *Polycope*. In netto contrasto, i sedimenti associati alle fasi glaciali MIS 2-4 e 6 sono dominati da taxa tipici di acque dolci o salmastre, come *Candona*, *Euxinocythere* e varie *Leptocytheridae* che confermano l'ambiente "isolato" (ovvero non marino), ma lo caratterizzano meglio. Infatti, ogni fase glaciale è caratterizzata da specie diverse, indicative di caratteristiche del corpo d'acqua variabili. Le associazioni ad ostracodi indicano quindi una complessità maggiore della semplice alternanza tra ambiente marino e ambiente "isolato", influenzata dalle fluttuazioni del livello del mare ma anche dai cambiamenti dell'ambiente terrestre circostante il bacino, rivelando il ruolo chiave che il clima ha avuto in questo bacino di rifting attivo.

Bibliografia

McNeill LC, Shillington DJ, Carter GD, Everest JD, Gawthorpe RL, Miller C, Phillips MP, Collier REL, Cvetkoska A, De Gelder G, Diz P, 2019a. High-resolution record reveals climate-driven environmental and sedimentary changes in an active rift. *Scientific reports*, 9(1), p.3116. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40022-w>

L'impatto degli Heinrich Events sugli ecosistemi terrestri: individuazione di proxies paleoecologici e sedimentologici lacustri in Nord Italia e analisi delle loro serie temporali ad alta risoluzione

F. Badino^{1,2}, R. Pini², P. Bertuletti³, C. Ravazzi², S. Andò⁴, S. Arrighia^{5,6}, E. Bortolini¹, B. Delmonte³, C. Figus¹, G. Furlanetto², F. Lugli^{1,7}, G. Marciani^{1,6}, D. Margaritora², G. Monegato⁸, G. Oxilia¹, M. Romandini^{1,9}, S. Silvestrini¹, F. Tateo⁸, F. Vallè³, G. Vezzoli⁴, S. Benazzi^{1,10}

¹ Dipartimento di Beni Culturali, Università di Bologna, 48121 Ravenna, Italia

² C.N.R. - Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali, 20126 Milano, Italia

³ Dip. di Scienze dell'Ambiente e della Terra, Università di Milano Bicocca, Milano, Italia

⁴ Department of Earth and Environmental Sciences, Laboratory for Provenance Studies, Università Milano-Bicocca, 20126 Milano, Italia

⁵ Dipartimento di Scienze Fisiche della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena, 53100 Siena, Italia

⁶ Centro Studi sul Quaternario, 52037 Sansepolcro, Italia

⁷ Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, Modena, Italia

⁸ C.N.R. - Istituto di Geoscienze e Georisorse, 35131 Padova, Italia

⁹ Dipartimento di Studi Umanistici, Sezione di Scienze Preistoriche e Antropologiche, Università di Ferrara, 44100 Ferrara, Italia

¹⁰ Department of Human Evolution Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, 04103 Leipzig, Germany

Durante l'ultimo periodo glaciale le calotte dell'emisfero nord si sono più volte espanse e contratte assumendo configurazioni diverse (Lambeck et al., 2010; Stokes et al. 2012 e Hughes et al., 2015). Alle forzanti orbitali primarie si è sovrapposta una variabilità climatica millenaria, responsabile della sequenza di fasi stadiali-interstadiali registrate a scala globale con modalità diacroniche (Buzert et al., 2018), e documentate in record marini e continentali. Nella regione atlantica si registra un marcato raffreddamento durante gli stadiali a cui sono associati Heinrich events (HEs) (Darfeuille et al., 2016) con effetti specifici sugli ecosistemi in Sud Europa e area mediterranea, riconoscibili nell'ambito della ciclicità millenaria (Tzedakis et al., 2006; Fletcher et al., 2010; Müller et al., 2011).

Per comprendere tale variabilità climatica e le risposte degli ecosistemi terrestri delle medie latitudini agli HEs, consideriamo la registrazione paleoecologica del lago di Fimon (Vicenza), che documenta la storia ambientale del margine prealpino sud-orientale a partire dalla Penultima Glaciazione (Pini et al. 2010). Nuove ricerche mirano a ricostruire la storia del paesaggio vegetale e degli ambienti sedimentari durante il MIS3 e l'LGM con dettaglio più che secolare. Tra gli aspetti da indagare vi è l'importanza di proxies relativi ai processi di rapida riorganizzazione della circolazione atmosferica nell'Emisfero Boreale, in particolare il trasporto delle polveri, per la caratterizzazione e correlazione degli stadiali dell'Ultima Glaciazione. A questa ricerca può essere connesso il riconoscimento di minerali di origine extrabacinale immessi in atmosfera da eruzioni vulcaniche distali.

L'analisi di proxies paleoecologici e sedimentologici nel record di Fimon nella parte avanzata del MIS3 (fra circa 35 e 27 mila anni) evidenzia più fasi di contrazione delle foreste ed espansione di ecosistemi di semideserto a scala regionale. La copertura di pinete con betulla si riduce a favore di gradienti di vegetazione aperta con praterie steppiche e semideserti di ambiente semiarido ad arbusti xerici, terofite ed altre erbe. Durante queste fasi di maggior apertura forestale il segnale degli incendi locali (particelle di carbone >125 µm; Whitlock & Millspaugh, 1996) si riduce, suggerendo un drastico calo della biomassa legnosa attorno al bacino, a favore di un segnale a lunga distanza. Durante lo stadiale GS 5.1 (30,6- 28,9 mila anni fa, Rasmussen et al., 2014), si registra una più marcata contrazione forestale e climi estremamente continentali riferibili all'HE3. Gli effetti dell'HE3 sono visibili anche in altre serie polliniche in Nord Italia (Azzano Decimo; Pini et al., 2009) e in area mediterranea (ad es. Lago Grande di Monticchio e Tenaghi Philippon; Wulf et al., 2018). Nella serie del lago di Fimon sono inoltre registrati i due interstadiali che seguono: GI4 e GI3 (rispettivamente 28,9 e 27,78 mila anni fa, Rasmussen et al., 2014). Durante queste fasi si osserva una nuova espansione di pinete con larice, betulla e ginepro associata a fasi di incendio a scala locale.

Project funded by ERC under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme (grant agreement No 724046 - SUCCESS); website: <http://www.erc-success.eu/>.

Stalagmiti pugliesi per lo studio dell'ultimo periodo glaciale in Sud Italia e Mediterraneo: implicazioni paleoclimatiche e paleoantropologiche

A. Columbu¹, V. Chiari¹, J. De Waele¹, C. Spötl², J. Hellstrom³

¹ Dipartimento BiGeA, Università di Bologna, Via Zamboni 67, 40126, Bologna, Italia

² Istituto di Geologia, Università di Innsbruck, Innrain 52, 6020, Innsbruck, Austria

³ Scuola di Scienze della Terra, Università di Melbourne, Elgin Street, Vic 3010, Melbourne, Australia

Le stalagmiti sono eccellenti archivi paleoclimatici Quaternari (McDermott, 2004; Henderson, 2006; Fairchild et al., 2006) in quanto: 1) le datazioni su calcite di grotta risultano altamente precise e accurate (metodo U-Th per gli ultimi ~550 mila anni (ka)); 2) le proprietà geochimiche (isotopi stabili dell'ossigeno e carbonio, elementi in tracce, etc.) sono spesso legate a cambiamenti ambientali in superficie, come per esempio variazioni di precipitazioni piovose e/o temperatura, stato della vegetazione, etc.); 3) terreni carsici si trovano a tutte le latitudini e altitudini. Nonostante questo, record riguardanti l'ultimo periodo glaciale sono scarsi in Europa e nell'area Mediterranea, possibilmente perché le basse temperature e la generale condizione di aridità non favorirono la deposizione di stalagmiti nelle aree continentali europee.

Oggi presentiamo una stalagmite di ~45 cm campionata nella Grotta di Pozzo Cucú (Castellana Grotte, Puglia) che crebbe ininterrottamente da 102.97 ± 1.89 ka a 29.28 ± 0.35 ka. La nostra collezione comprende anche altre stalagmiti provenienti dalla stessa area, sebbene caratterizzate un tempo di crescita più breve ma pur sempre collocabile nell'ultimo periodo glaciale. Ne consegue che le condizioni ambientali in Italia meridionale, per quanto riguarda l'infiltrazione di acqua piovana nel reservoir carsico e la presenza massiccia di vegetazione all'esterno, erano favorevoli per la deposizione continua di carbonato di calcio in grotta durante tutta la transizione verso l'acme glaciale. Difatti, la deposizione carbonatica termina all'inizio del picco glaciale circa, probabilmente in seguito alla riduzione di precipitazioni piovose e un limitato input di CO₂ nei suoli da parte di una vegetazione a questo punto meno attiva. Le variazioni degli isotopi stabili di carbonio e ossigeno appaiono significativamente correlate ai cambiamenti climatici registrati in Groenlandia (NGRIP, 2004), caratterizzati da ciclicità stadiale-interstadiale. L'implicazione importante è che i cambiamenti ambientali in Sud Italia, rappresentativo dell'intera area Mediterranea occidentale, avvennero in maniera sincrona rispetto variazioni climatiche inter-emisferiche.

Implicazioni parallele studio riguardano la migrazione e lo stanziamento dei primi esseri umani "anatomicamente moderni" in Europa dei quali, i resti più antichi, sono stati ritrovati proprio in Puglia e datati intorno ai 44 ka (Benazzi et al., 2011). Dunque, la prosecuzione di questo studio fornirà informazioni cruciali relative ai fattori climatico-ambientali alla base dello spostamento e insediamento dei "primi umani" nel continente europeo.

Bibliografia

- Benazzi S., Douka K., Fornai C., Bauer C. C., Kullmer O., Svoboda J., Pap I., Mallegni F., Bayle P., and Coquerelle M., 2011. Early dispersal of modern humans in Europe and implications for Neanderthal behavior. *Nature*, 479, 525-529
- Fairchild I. J., Smith C. L., Baker A., Fuller L., Spötl C., Mathey D., McDermott F. & E.I.M.F. 2006. Modification and preservation of environmental signals in speleothems. *Earth-Sci. Rev.*, 75, 105-153.
- Henderson G. M. 2006. Climate. Caving in to new chronologies. *Science*, 313, 620-622.
- McDermott F. 2004. Palaeo-climate reconstruction from stable isotope variations in speleothems: a review. *Quat. Sci. Rev.* 23, 901-918.
- NGRIP members 2004. High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period. *Nature*, 431, 147-151.

Storia degli ecosistemi e del clima durante l'LGM: stratigrafia integrata di una serie lacustre-palustre al margine meridionale delle Alpi

R. Pini¹, L. Wick², F. Badino^{1,3}, P. Bertuletti⁴, B. Delmonte⁴, G. Furlanetto¹, G. Monegato⁵, P. Mozzi⁶, C. Pasquero⁴, C. Ravazzi¹, S. Rossato⁶, F. Vallè⁴

¹ CNR - IDPA, Gruppo di Ricerche Stratigrafiche "Vegetazione, Clima e Uomo", Laboratorio di Palinologia e Paleoecologia, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano, Italia

² Institute of Prehistory and Archaeological Science, University of Basel, Spalenring 145, 4055 Basel, Svizzera

³ Dipartimento di Beni Culturali, Università di Bologna, via degli Ariani 1, 48121 Ravenna, Italia

⁴ Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra, Università di Milano Bicocca, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano, Italia

⁵ CNR - IGG, via Gradenigo 6, 35131 Padova, Italia

⁶ Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, via Gradenigo 6, 35131 Padova, Italia

In ambiente continentale le successioni stratigrafiche lacustri e palustri rappresentano eccezionali archivi della storia dell'ambiente e del clima. I proxies biologici, geologici e chimici ivi conservati consentono di tracciare i lineamenti degli antichi paesaggi vegetali, la storia della biodiversità e del clima, e le diverse pratiche economiche e di gestione del territorio adottate dall'uomo fin dalla preistoria.

Una serie di carotaggi profondi svolti all'interno della cerchia dei Colli Berici in prossimità del Lago di Fimon (prov. di Vicenza) ha permesso il recupero di stratigrafie di depositi lacustri, palustri e colluviali che documentano la storia ambientale della Pianura Veneta e del margine prealpino a partire dalla Penultima Glaciazione (Pini et al. 2010). Questo contributo focalizza l'attenzione sul tratto della successione riferibile all'LGM (Last Glacial Maximum), l'estremo più freddo dell'ultimo ciclo glaciale-interglaciale. Durante l'LGM grandi calotte glaciali si svilupparono in Antartide, Eurasia, America Settentrionale e Meridionale (Ingólfsson 2004; Kleman et al. 2010; Patton et al. 2017). Le catene montuose ospitarono ghiacciai vallivi (Monegato et al. 2017). Il livello del mare registrò fasi di relativa stabilità intervallate da periodi di forte regressione (Lambeck et al. 2014), che misero allo scoperto ampi territori colonizzabili dalla vegetazione e transitabili da uomini ed animali.

Sulla porzione LGM della successione del Lago di Fimon sono state condotte analisi paleoecologiche estese (polline, spore, alghe, pollen-slide charcoal), datazioni ¹⁴C AMS, analisi LOI e XRF. I dati paleoecologici ad alta risoluzione (media di 1 campione/80-100 anni) indicano che foreste boreali a pino silvestre e betulla erano presenti nella pianura veneta-friulana fino a circa 27,5 ka cal BP, e in seguito sostituite da vegetazioni più aperte con ginepro, *Artemisia* ed altre erbe e arbusti xerofitici. La presenza di vegetazione arborea era limitata alle aree stabili.

I dati pollinici ottenuti per la successione del Lago di Fimon vengono impiegati non solo per descrivere qualitativamente la struttura degli ecosistemi vegetali, ma anche per produrre stime quantitative di parametri climatici utili a (i) caratterizzare meglio il clima LGM, (ii) testare la sensibilità delle piante e della loro produzione pollinica come proxies del clima e delle sue oscillazioni, anche quelle di ordine minore, (iii) proporre un confronto con proxies indipendenti del clima a scala alpina ed emisferica.

Per ciascuno dei campioni fossili analizzati sono state prodotte stime quantitative delle temperature medie dei mesi di gennaio e luglio e delle precipitazioni medie annue attraverso le tecniche MAT (Modern Analogue Technique) e WA-PLS (Weighted Averaging - Partial Least Squares regression). Le serie così ricostruite descrivono la variabilità climatica che ha caratterizzato l'LGM. Le oscillazioni di temperatura più evidenti sono riconducibili agli effetti sull'ambiente terrestre degli Heinrich Events 2 e 1; oscillazioni minori vengono associate ai GI 3 e 2.

Interessante è uno dei risultati emersi dall'applicazione della tecnica MAT. L'analisi degli analoghi moderni individuati per ciascun campione fossile indica che il paesaggio vegetale europeo pleniglaciale aveva notevoli somiglianze con ecosistemi moderni della Siberia meridionale e, in parte, degli Urali. Questi dati confermano i risultati di precedenti lavori (Chytrý et al. 2008; Kuneš et al. 2008).

Evidenze geomorfologiche e dati cronostratigrafici per la ricostruzione dell'evoluzione paleoambientale dell'Alta Val Badia (Dolomiti) precedente l'Ultimo Massimo Glaciale

V. Vandelli¹, A. Ghinai², M. Marchetti³, M. Soldati⁴

^{1,2,4} Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, Via Campi 103, Modena 41125, Italia

³ Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Università di Modena e Reggio Emilia, Viale Allegrini 9, Reggio Emilia 42121, Italia

La caratterizzazione cronologica e spaziale delle fluttuazioni glaciali nelle alte valli dolomitiche durante il Tardo Pleistocene rimane ancora oggi poco documentata, nonostante siano molteplici le possibilità di indagine offerte dallo sviluppo di nuove tecniche di datazione assoluta e la recente possibilità di integrare le indagini sul terreno con l'analisi di immagini telerilevate ad alta risoluzione. Definire geograficamente e temporalmente le variazioni climatiche del Tardo Pleistocene, periodo caratterizzato da variazioni climatiche millenarie e sub-millenarie a scala globale, raccogliere dati paleoclimatici locali utili per correlazioni paleo-climatiche a scala regionale e definire quali sono stati gli effetti di tali cambiamenti sul paesaggio è fondamentale per comprendere e prevedere gli effetti del cambiamento climatico in atto sul paesaggio attuale. Partendo da queste premesse, il lavoro presenta nuovi dati che contribuiscono alla ricostruzione paleoambientale tardo-pleistocenica dell'Alta Val Badia (Dolomiti Orientali). Qui, nonostante l'intensa dinamica di versante, è stato possibile individuare depositi glaciali e periglaciali ancora ben preservati e attribuibili, sulla base di evidenze geomorfologiche, all'Ultimo Massimo Glaciale (UMG) e al Tardoglaciale (Panizza et al., 2011). La presente ricerca consiste nello studio di depositi sub-superficiali portati alla luce grazie a carotaggi effettuati a 2000 metri di quota sull'altopiano del Pralongià, coperto dall'ice cap durante l'UMG (Vandelli et al., 2019). Datazioni radiometriche su materiale organico, prelevato dai carotaggi a diverse profondità, hanno fornito età comprese tra 45 e 38 ka (MIS 3), uniche nel quadro delle ricostruzioni paleo-geografiche e paleo-climatiche alle alte quote alpine. Lo studio di questi depositi ha permesso di concludere che durante parte del MIS 3 il Pralongià era libero dai ghiacci. Durante questo periodo, la documentata difficoltà del ghiaccio di persistere al suolo è stata probabilmente ancor più amplificata dalla peculiare conformazione orografica dell'Alta Val Badia. Fasi successive della ricerca prevedranno lo studio e la datazione dei depositi glaciali dell'Alta Val Badia per ricostruire l'estensione e i volumi dell'ice cap che durante l'UMG occupava la valle (cf. Penck and Brückner, 1909; Mutschlechner, 1933) e le fasi di avanzata e ritiro dei ghiacciai locali durante il Tardoglaciale (cf. Ghinai e Soldati, 2017).

Bibliografia

- Ghinai and Soldati, 2017, *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (1), 51–67.
Mutschlechner, 1933, *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 83, 199-232.
Panizza et al., 2011, *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 34(1), 105-126.
Penck and Brückner, 1909, *Chr. Herm. Tauchnitz, Leipzig* (393 pp).
Vandelli et al., 2019, *Geomorphology*, 332, 22-32.

Il record marino del MIS2 nell'Adriatico: un approccio multidisciplinare

A. Asioli¹, C. Pellegrini¹, F. Trincardi¹

¹Istituto di Scienze Marine, CNR-Bologna, via P. Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia

La morfologia attuale del bacino Adriatico, specialmente della parte centrale, deve in buona parte la sua esistenza all'interazione tra sedimentazione, idrologia e clima durante l'ultimo ciclo glaciale. L'imponente cuneo progradazionale di 350m di spessore visibile nei profili sismici si è depositato in soli 17 ka (31.8-14.4 kyr BP) ed è la somma di diversi clinotemi ciascuno formatosi in tempi relativamente brevi (scala sub-milankoviana) in funzione delle condizioni paleo climatiche/paleoambientali. Queste ultime sono state definite attraverso uno studio a risoluzione millenaria/secolare di un pozzo (PRAD1-2) con un approccio multidisciplinare (micropaleontologia dei foraminiferi, geochimica) poggiante su una robusta cronologia integrata (¹⁴C AMS, bioeventi, tefrostratigrafia). Tre fasi principali sono state individuate in funzione di profonde variazioni micro faunistiche: la più antica (33-24.5kyrBP), meno influenzata da input fluviale, quella intermedia (24.5-19 kyr BP e corrispondente alla crono zone LGM) caratterizzata da una maggiore influenza fluviale ed in generale da una maggiore instabilità ambientale definita da almeno 5 oscillazioni principali della composizione dell'associazione a foraminiferi bentonici, e quella finale (19-14 kyr BP) dominata da specie estuarine con probabili frequenti dissosie sul fondo. Questo risultato è stato confrontato con una sequenza composita marina costituita da tre carote (SA03-1, SA03-3 e SA03-11 prelevate nel fianco occidentale del sud adriatico) ed affrontata con eguale approccio (in particolare con cronologia sempre basata su ¹⁴C AMS e tefrostratigrafia). Nel sud Adriatico alla fase fredda tra 30 e 24 kyr BP segue l'intervallo corrispondente alla cronozona LGM con un modesto, ma evidente, riscaldamento, caratterizzato tuttavia da instabilità, definita dalla presenza di cinque oscillazioni principali delle forme planctoniche calde, potenzialmente correlabili con quelle individuate nella sequenza dell'Adriatico centrale. Questo risultato indica che le variazioni paleoambientali dei due sub-bacini erano la risposta ad un comune forzante molto probabilmente esterno al bacino stesso. Una prima correlazione con records di letteratura, continentali e marini del mediterraneo, suggerisce che la costruzione del corpo progradazionale del centro adriatico e le variazioni paleoambientali riconosciute durante il MIS 2 riflettono in qualche modo l'andamento (avanzate e ritirate) dei ghiacciai appenninici ed alpini e la variazione della circolazione atmosferica.

Un esteso archivio glaciale nelle Alpi Orientali: le carote di ghiaccio dell'Ortles

G. Dreossi¹, B. Stenni^{1,2}, P. Gabrielli³, L. Carturan⁴, M. Brunetti⁵, M. Bertò⁶, A. Spolaor²,
J. Gabrieli², C. Barbante^{1,2}, F. De Blasi²

¹ IDPA CNR, Venice, Italia

² Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics, Ca' Foscari University of Venice, Venice, Italia

³ Byrd Polar and Climate Research Center and School of Earth Sciences, The Ohio State University, Columbus, OH, United States of America

⁴ Department of Geosciences and Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry, University of Padua, Padua, Italia

⁵ ISAC CNR, Bologna, Italia

⁶ Paul Scherrer Institute, Villingen, Switzerland

I ghiacciai delle Alpi Orientali sono in genere poco utilizzati per lo studio del clima del passato, poiché mediamente situati a quote più basse rispetto a quelli delle Alpi Occidentali e di conseguenze più soggetti a fenomeni di fusione e sliding basale che compromettono l'integrità e la continuità dell'archivio paleoclimatico contenuto.

Il ghiacciaio dell'Alto dell'Ortles (Alto Adige) è una delle aree glaciali più elevate delle Alpi Orientali, ed è caratterizzato da uno spessore massimo di circa 75 m, da un'eccellente laminazione del ghiaccio e da temperature glaciali che, al di sotto dei 30 m di profondità (dov'è localizzata la transizione firn-ice), si mantengono al di sotto del punto di fusione.

L'affioramento in superficie della mummia intatta del Similaun nel 1991, risalente a 5300 anni B.P., a circa 40 km di distanza dall'Ortles, ha suggerito l'idea di poter estrarre nella zona un record glaciale continuo che si spingesse fino al medio Olocene, grazie alle condizioni climatiche della cosiddetta "inner Alpine zone", caratterizzata da precipitazioni ridotte rispetto al resto delle Alpi. Con questi presupposti, nell'autunno 2011, sono state estratte tre carote profonde dall'Alto dell'Ortles in prossimità della vetta del Monte Ortles, a 3859 m s.l.m.

Gli isotopi stabili dell'ossigeno e dell'idrogeno nelle precipitazioni delle medie e alte latitudini sono positivamente correlati alla temperatura del sito e per questo sono largamente utilizzati come proxy della temperatura nelle carote di ghiaccio e in altri archivi naturali.

I record isotopici delle tre carote dell'Ortles mostrano notevoli similitudini e permettono di spingersi indietro nel tempo fino a 7000 anni B.P., rendendo questo archivio glaciale il secondo più esteso della catena alpina, dietro quello estratto dal Colle Gnifetti (Valle d'Aosta).

I tre profili isotopici sono stati incorporati in un unico record composito per massimizzarne il rapporto segnale/rumore. Dall'osservazione di questo record si evince come ci sia stato un periodo caldo nel medio Olocene (optimum olocenico), interrotto temporaneamente da un'anomalia isotopica negativa a 4000 anni B.P., a seguito del quale le temperature hanno intrapreso un lento trend decrescente che si è reso più pronunciato nell'ultimo millennio, culminando nella Piccola Era Glaciale, con i valori isotopici più negativi riscontrati nel XVIII secolo. Il forte aumento delle temperature degli ultimi decenni, che nelle zone di alta quota delle Alpi è più pronunciato rispetto alla media globale e che viene confermato dalle serie strumentali, è ben visibile nel repentino aumento del segnale isotopico dell'Ortles.

Lo studio di questi archivi glaciali è di primaria importanza, poiché il mutamento delle condizioni climatiche ne sta notevolmente riducendo l'estensione e rischia, in futuro, di causarne la scomparsa, compromettendo la possibilità di acquisire informazioni sul clima del passato da carote di ghiaccio alpine.

Evidenze di un recente cambio di regime climatico nell'arcipelago delle isole Svalbard

A. Spolaor¹, C. Barbante^{1,2}, E. Barbaro¹, F. Burgay¹, M. P. Bjorkman³, D. Cappelletti⁴, G. Cozzi¹, F. Dallo¹, F. De Blasi¹,
D. Divine⁵, G. Dreossi¹, J. Gabrieli¹, J.C. Gallet⁵, J. Kohler⁵, E. Isaksson⁵, D. Iovino⁶, T. Martma⁷, M. Maturilli⁸,
T.V. Shuler⁸, B. Stenni^{1,2}, C. Turetta¹

¹ Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali-CNR, Via Torino 155, 30170, Mestre, Venezia, Italia

² Dipartimento di Scienze ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca Foscari, Via Torino 155, 30170, Mestre, Venezia, Italia

³ University of Gothenburg, Department of Earth Sciences, Box 60, 40530 Göteborg, Sweden

⁴ Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie, Università degli Studi di Perugia, 06123 Perugia, Italia

⁵ Norwegian Polar Institute, Tromsø NO-9296, Norway

⁶ Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici. Viale Berti Pichat 6/2, 40127 Bologna, Italia

⁷ Department of Geology, Tallinn University of Technology, Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn, Estonia

⁸ Alfred Wegener Institute, Division of Climate Sciences and Atmospheric Physics, Potsdam, Germany

⁹ University of Oslo, Department of Geosciences, Oslo, Norway

La regione Artica sta evidenziando un aumento delle temperature quasi doppio rispetto alla media globale, fenomeno conosciuto come amplificazione Artica. L'arcipelago delle Svalbard è particolarmente sensibile all'aumento di temperature a cause della modesta altitudine dei sistemi glaciali. Benché i maggiori aumenti di temperature si siano osservati durante i mesi invernali, l'aumento delle temperature estive sta accorciando la durata della stagione nevosa, sta innalzando la quota di equilibrio dei ghiacciai ed incrementando le porzioni di criosfera soggette a fusione estiva. Nell'arcipelago delle Svalbard esistono tre principali sistemi glaciali: Lomonosofonna, Åsgardfonna e Holtedahlfonna. La sommità di questi sistemi glaciali è compresa fra i 1100 m e i 1250 m sopra il livello del mare, rendendoli particolarmente vulnerabili all'innalzamento delle temperature. Le carote di ghiaccio prelevate da questi sistemi glaciali ci permettono di ricostruire il clima delle Svalbard, e più in generale della "High North Atlantic Region", nell'ultimo millennio. Gli studi condotti evidenziano che variazioni climatiche sono avvenute nel passato con il susseguirsi di periodi relativamente caldi, ad esempio il periodo caldo medievale, e relativamente più freddi, la piccola era glaciale. Tuttavia le analisi chimiche condotte su tre carote di ghiaccio superficiali prelevate tra il 2012 e il 2017 alla sommità del sistema glaciale Holtedahlfonna suggeriscono che un marcato cambiamento è in atto. I risultati ottenuti dalle tre carote superficiali, unitamente all'analisi di serie storiche disponibili per l'arcipelago delle Svalbard, suggeriscono un possibile cambio di regime climatico mai registrato nell'ultimo millennio.

Stalattiti a livelli marini nuovi risultati per Palinuro e Ustica

F. Antonioli¹, P. Montagna², J. Cecchinell³

¹ ENEA, Casaccia, via Anguillarese 301, 00123 Roma, Italia

² Istituto di Scienze Marine - CNR, Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia

³ Diving Center Ustica, Piazza Umberto Primo, 90100 Ustica, Italia

Vengono analizzate una stalagmite campionata a Palinuro nel 1997 da Sergio Silenzi ed una stalattite campionata nel 2017 in una grotta sommersa ad Ustica da F.A., entrambe presentano dei livelli marini posizionati esternamente alla parte continentale freatica. La prima (alta 25 cm) si trovava in un solco di battente fossile a 2.2 m dal livello del mare attribuito al MIS 5.5, e presenta sulla parte apicale un livello a Ctamalidi con riempimenti di carbonato continentale. Palinuro è considerata una costa stabile (Antonioli et al 2018). La seconda (circa un metro di lunghezza) appare completamente ricoperta da Serpulidi marini. Ustica è un'area in leggero sollevamento (Furlani et al., 2017). Entrambe sono state analizzate con il metodo Th/U e sono subito apparse di età molto recente. Tra i 4 e 1.6 ka quella di Palinuro, ed intorno ai 1 ka quella di Ustica. I risultati, nonostante alcuni problemi geochimici, appaiono comunque molto interessanti. A Palinuro il mare 4 ka BP si trovava a -2.8m, 3ka a -1.8m e 1.6 ka a -0.9 m (Lambeck et al., 2011). Solo quindi quando il livello era a circa -1 metro gli spruzzi delle onde permettevano l'overgrowth degli Ctamalidi sulla porzione apicale della stalagmite. Per quanto riguarda Ustica, nonostante si tratti di un'isola vulcanica la presenza di inclusi carbonatici ha permesso il concrezionamento di lunghe stalattiti con un tasso di concrezionamento assai elevato. L'arrivo del mare le ha poi ricoperte di organismi serpulidi ed i tassi tettonici risultano molto meno importanti rispetto alla risalita del mare.

Bibliografia

Antonioli, et al., 2018. *Earth-Science Reviews*, 185, 600-623

Furlani et al., *Geomorphology*, 2017, 299, 94-106

Lambeck et al., 2011, *Quaternary International*, 232, 250-257

Fasi climatiche tardo oloceniche del Mediterraneo e possibili teleconnessioni con El Niño-Southern Oscillation: tre casi di studio

M. Delle Rose¹

¹ Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, CNR, Complesso Ecotekne, 73100 Lecce, Italia

Numerosi studi ipotizzano effetti meteo-climatici di eventi El Niño e La Niña in settori dell'Europa e del Mediterraneo nel corso degli ultimi secoli (Fraedrich e Müller, 1992; Brönniman et al., 2007; López-Parages et al., 2015). La non stazionarietà del “segnale” e la complessità delle teleconnessioni non agevolano l'individuazione degli “schemi” (Randel, 2004). Si considerano tre casi di studio: A) le “moderne” condizioni della El Niño-Southern Oscillation si sviluppano nel terzo millennio p.e.v. (Moy et al., 2002) mentre nel Mediterraneo evolve la fase che culmina con l'evento datato “4.2 ka BP”. Uno studio degli speleotemi delle Mannute (Puglia) ha identificato un possibile cambiamento delle precipitazioni su scala plurisecolare in accordo con il mutamento vegetazionale nel Mediterraneo centrale (Delle Rose, 2016). Tale trend è in fase con il rafforzamento de El Niño ricostruito da Rein et al. (2005) da proxy secondari dei fondali al largo di Lima. B) durante l'Anomalia Climatica Medievale, caratterizzata nel Pacifico da La Niña (Mann et al., 2009), le condizioni El Niño (Cobb et al., 2003) hanno prodotto deboli impatti meteo-idrogeologici (Rein et al., 2005). Tuttavia studi condotti in siti precolombiani sostengono un evento catastrofico (Mega El Niño) nell'XI secolo, a cui Grodzicki (1990) attribuisce la scomparsa del centro cerimoniale di Cahuachi (distretto di Nazca). Un recente studio geologico ha smentito tale ipotesi con margini di incertezza ora in corso di verifica (Delle Rose et al., 2019). Dubbi sull'entità dei dissesti possono essere, inoltre, sollevati per il sito di Pachacamac (Lima) sicché è l'energia complessiva dell'evento a suscitare perplessità. Nel Mediterraneo l'ACM è caratterizzata da condizioni molto articolate (Roberts et al., 2012) quindi identificare incidenze di ENSO appare una “sfida” insidiosa. C) Le correlazioni sembrano ancora più complesse per la Piccola Età Glaciale. Intensi El Niños tra i secoli XVII e XIX sono in relazione con altrettanti episodi di Acqua Alta registrati a Venezia senza assumere, però, un significato statistico (Camuffo et al., 2000). D'altra parte, l'aumento di frequenza e intensità delle tempeste nel Mediterraneo durante la PEG è sostenuto da vari studi (es. Degeai et al., 2015) e la movimentazione di blocchi di roccia per effetto di forti mareggiate, piuttosto che per tsunami sismogenici, è di grande attualità (Marriner et al., 2017). E' stata così avviata una ricerca nel Golfo di Taranto che si avvale dell'analisi cinematica (anche per finalità di ingegneria costiera) di dati geomorfologici per definire parametri meteo-marini quali altezza e periodo delle ipotetiche onde di tempesta.

Bibliografia

- Brönniman et al. 2007, *Climate Dynamics*, 28, 181-197
Camuffo et al. 2000, *Climatic Change*, 46, 209-223
Cobb et al. 2003, *Nature*, 424, 271-276. Degeai et al. 2015, *Quaternary Science Review*, 129, 37-56
Delle Rose 2016, *Journal of Climatology & Weather Forecasting*, 4, 158
Delle Rose et al. 2019, *Geosciences*, 9, 80
Fraedrich e Müller 1992, *International Journal of Climatology*, 12, 25-32
Grodzicki 1990, in *El Fenomeno El Niño*, Uniwersytet Warszawski
López-Parages et al. 2015, *Climate Dynamics*, 45, 867-880
Mann et al. 2009, *Science*, 326, 1256-1260
Marriner et al. 2017, *Science Advances*, 3, e1700485
Moy et al. 2002, *Nature*, 420, 162-165
Randel 2004, *Nature*, 431, 920-921
Rein et al. 2005, *Paleoceanography*, 20, PA4003
Roberts et al. 2012, *Global and Planetary Change*, 84-85, 23-34

BEyOND (Big palEo Ocean Data): il nuovo database per esplorare oltre il sapropel

R. Amezcua-Buendía¹, C. Diamantini², D. Potena³, A. Negri⁴

¹ Department of Life and Environmental Sciences. Polytechnic University of Marche. Via Brecce Bianche, 60131 Ancona, Italia

² Department of Information Engineering. Polytechnic University of Marche. Via Brecce Bianche, 60131 Ancona, Italia

³ Department of Information Engineering. Polytechnic University of Marche. Via Brecce Bianche, 60131 Ancona, Italia

⁴ Department of Life and Environmental Sciences. Polytechnic University of Marche. Via Brecce Bianche, 60131 Ancona, Italia

La ricerca avanza e, con questa, l'immagazzinamento di grandi quantità di dati. La necessità di utilizzare questi dati in modo efficace, veloce e sicuro è soddisfatta grazie al Big data analytics, che ci permette di immagazzinare e mettere in relazione i dati per ottenere nuove conoscenze. Sarà presentato un nuovo tipo di database (BEyOND), che fornisce una vasta varietà di paleoproxies classificati e standardizzati, in riferimento agli ultimi 20.000 anni di storia del mar Mediterraneo. In futuro questi dati saranno disponibili a tutta la comunità scientifica con libero accesso, per estrarli e soprattutto per aggiungerne nuovi, anche con intervalli di tempo diversi, in modo da favorire la condivisione di conoscenze.

Sarà presentata la modalità con la quale abbiamo costruito il database e la presentazione dei risultati ottenuti fino ad ora con l'uso del data analytics. BEyOND, che contiene 139 carote di sedimenti marini (97 del mar Mediterraneo) provenienti da 82 articoli scientifici, per un totale di 1.750 "proxy" che sono stati categorizzati in: geochimici, isotopi, pollini, granulometria, Cocolitofori, dinoflagellati e foraminiferi.

Sempre più gli studi di paleoceanografia e paleoclimatologia usano le nuove tecnologie (databases, data analytics, data mining...). Emile Geay et al., (2017) hanno utilizzato i dati raggruppati in un database (PAGES2k temperature database) con lo scopo di ricostruire la temperatura globale dell'Era Comune. Anche Alberico et al., (2017) hanno creato il database WDB-Paleo che contiene proxy paleoclimatici, provenienti da carote di sedimenti marini, con lo scopo di ricostruire il più fedelmente possibile l'ambiente del mar Mediterraneo di periodi storici passati.

Il nostro lavoro evidenzia lo sviluppo di un nuovo metodo di correlazione dei dati, anche in assenza di informazioni precise sull'età dei sedimenti nelle carote. Il BEyOND sottolinea le potenzialità dell'utilizzo del data analytics per conoscere andamenti poco noti e ottenere nuove conoscenze, anche nei campi della paleoceanografia e paleoclimatologia.

Bibliografia

Alberico, I. et al. 2017, Marine sediment cores database for the Mediterranean Basin: A tool for past climatic and environmental studies. *Open Geosciences*, 9(1), 221-239

Emile-Geay et al. 2017, A global multiproxy database for temperature reconstructions of the Common Era. *Scientific Data*, 4, 170088

Il record isotopico post-glaciale delle acque intermedie connette i sapropel e gli organic-rich layers del Mediterraneo

A. Incarbona¹, M. Sprovieri²

¹ Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo, Via Archirafi 22, 90144 Palermo, Italia

² CNR, Istituto per lo studio degli impatti antropici e sostenibilità in ambiente marino, c/o Area della Ricerca Via De Marini 6, 16148 Genova, Italia

Livelli sedimentari arricchiti nel contenuto di Carbonio esistono in entrambi i lati del bacino mediterraneo e sono chiamati sapropels e organic rich layers (ORLs), rispettivamente nel Mediterraneo orientale ed occidentale. La deposizione del sapropel più recente e dell'ORL più recente è avvenuta in tempi differenti, rispettivamente tra 10.8 e 6.1 e tra 14.5 e 9.0 ka. La nostra investigazione prevede l'analisi del record degli isotopi dell'ossigeno di tre specie di foraminiferi che occupano differenti habitat nella colonna d'acqua del Canale di Sicilia a partire da 12.5 ka, quindi nella soglia che divide il Mediterraneo occidentale da quello orientale. Questi dati sono stati corretti per il volume di ghiaccio ($\Delta^{18}\text{O}$ ice volume corrected), in modo da ottenere informazioni sulle variazioni di densità delle masse d'acqua, e sono accompagnati da misure del $\Delta^{13}\text{C}$ di foraminiferi bentonici usati per stabilire le variazioni della ventilazione sul fondo del Canale di Sicilia. I risultati delle nostre analisi, e la comparazione di questi dati con dati di altri record mediterranei che hanno una precisa ed affidabile cronologia, suggeriscono la connessione dei due bacini attraverso l'attività monsonica. Nel Mediterraneo orientale, la fine della fase in cui il Nilo ha riversato il volume massimo di acqua dolce a ~ 9.2 ka e la fase di riventilazione per le acque poste ad una profondità superiore di 1800-1500 metri a ~ 8.2 e 7.2 ka, hanno lasciato una chiara traccia (arricchimento) nel record isotopico delle acque intermedie del Canale di Sicilia. A partire da ~ 9.2 ka, la circolazione profonda del Mediterraneo occidentale ha conosciuto una fase di ripresa, dopo una lunga fase in cui essa era stata debole o del tutto 'spenta'. La nostra interpretazione prevede che le fasi di aridità del monsone africano sono state trasmesse nel bacino occidentale attraverso lo strato intermedio della circolazione termoalina mediterranea. Queste acque intermedie, divenute più dense, hanno avuto la capacità di stimolare e promuovere la produzione di acque di fondo, che avrebbero a loro volta portato ossigeno sul fondo ed interrotto la deposizione dell'ORL.

L'evento 4.2 ka: progressione ed impatto nella regione Mediterranea

G. Zanchetta¹, M. Bini¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Via S. Maria 53, 56126, Pisa, Italia

L'evento climatico sviluppatosi tra ca. 3.8 e 4.2 cal ka BP (spesso chiamato “evento 4.2 ka BP”) è l'archetipo degli eventi climatici considerati come motore capace di portare al “collasso” società complesse (Weiss et al., 2015). Considerato come un possibile esempio di “megadrought” a scala globale (Weiss et al., 2015), è attualmente accettato come limite tra l'Olocene Medio e l'Olocene Superiore (Walker et al., 2018). Tuttavia, i dati riguardanti la progressione spaziale, temporale e le caratteristiche dell'evento sono ancora largamente incompleti. In questo contesto l'area Mediterranea conserva alcune delle migliori evidenze di questo evento (Drysdale et al. 2006; Isola et al., 2019; Di Rita e Magri, 2019) ma il suo significato regionale è tutt'altro che chiaro. L'analisi spaziale di un numero selezionato di registri climatici indica che una parte importante del Mediterraneo sperimenta condizioni climatiche di aridità durante il periodo invernale, che, in molti casi, sembra proseguire anche durante il periodo estivo. Rimangono zone, tuttavia, dove sembrano persistere condizioni più umide. Bisogna però osservare che in aree ristrette archivi climatici diversi sembrano indicare condizioni climatiche in sostanziale contraddizione (Di Rita e Magri, 2019; Isola et al., 2019). Le ricostruzioni quantitative delle temperature sono poche, e sembrano indicare condizioni fortemente disomogenee, pur con evidenze di raffreddamento per il Mediterraneo occidentale. Nel contesto generale i classici paradigmi utilizzati per l'interpretazione del clima Mediterraneo, come il l'oscillazione Nord Atlantica, non sembrano meccanismi convincenti per spiegare questa distribuzione spaziale di dati climatici (Bini et al., 2019).

Bibliografia

- Bini et al. 2019, *Climate of the Past*, in press
Drysdale et al. 2006, *Geology*, 34, 101-104
Di Rita F. & Magri D. 2019, *Climate of the Past*, 15, 237-251
Isola et al. 2019, *Climate of the Past*, 15, 135–151
Walker et al. 2018, *Episodes* 41, 4
Weiss 2016, *PAGE*, 24, 62-63.
Zanchetta et al. 2012, *Quaternary Research*, 78, 236-247

Ricostruzioni climatiche quantitative alle alte quote basate sulla calibrazione polline – clima. Incremento di precipitazioni e innevamento nel settore frontale delle Alpi italiane tra Olocene medio e superiore, effetti sulla vegetazione e scenari meteoclimatici

C. Ravazzi¹, G. Furlanetto^{1,2}, M. Brunetti³, R. Comolli², L. Garozzo¹, M.D. Novellino¹, V. Maggi²,
C. Pasquero², R. Pini¹, F. Vallé²

¹ CNR - Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali (IDPA), 20126 Milano, Italia

² Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra, Università di Milano Bicocca, Milano, Italia

³ CNR- Institute of Atmospheric Sciences and Climate (ISAC), Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia

Lo studio dei gradienti altitudinali di vegetazione nelle alte montagne offre l'opportunità di allestire procedure di calibrazione tra associazioni polliniche moderne e climatologie specifiche per ciascuno dei siti in studio. Utilizzando un numero elevato di siti (> 200 in una regione fitogeografica) è possibile testare la sensibilità del training set a diversi parametri climatici, incluse le precipitazioni. Inoltre, dato l'elevato numero di potenziali predittori contenuti nelle serie polliniche, è anche possibile costruire modelli basati sulla risposta ecologica di quelli più sensibili (= le specie forestali con elevata produttività di polline, soprattutto se ubicate nella fascia della timberline). Abbiamo messo a punto più modelli, basati sia sulla ricerca di analoghi che sulla risposta ecologica pollinica delle specie sensibili e li abbiamo applicati ad una nuova serie pollinica fossile di alta quota ubicata nel settore esterno delle Alpi Italiane, frontale alla Pianura Padana. Oggigiorno questo archivio fossile è ubicato in uno dei settori di massima oceanicità delle Alpi. La componente orografica delle precipitazioni attuali dipende in misura importante dall'attività dei moti convettivi sopravvento al versante meridionale delle Alpi, frontale alla Pianura. In particolare, l'area è ubicata nel massimo centro-occidentale (insubrico-orobico) della precipitazione orografica indotta dai cicloni tirrenici. Le ricostruzioni sono state ottenute per gli ultimi 11000 anni. Esse mostrano numerose oscillazioni millenarie nella temperatura media di luglio, con anomalie rispetto ai valori attuali che restano nell'ordine di $\pm 1-1.5^{\circ}\text{C}$. La sequenza storica e l'ampiezza delle oscillazioni termiche è in accordo con proxies indipendenti ottenuti dalle serie glaciologiche, isotopiche da speleotemi e dendrocronologiche. Per l'ultimo millennio l'interferenza delle attività antropiche nella struttura della vegetazione richiede una ulteriore fase di calibrazione. Per quanto riguarda la ricostruzione della serie delle precipitazioni, si nota una importante anomalia negativa nella prima metà dell'Olocene (11 – 6 ka cal BP, incluse le principali fasi di ottimo climatico). Le precipitazioni iniziano a salire intorno a 6.2 ka cal BP, fino a stabilizzarsi su valori ricostruiti simili a quelli attuali (1800 mm / anno) a partire dall'Età del Bronzo, 4/3.5 ka cal BP. Questa transizione determina un abbassamento della fascia della timberline, nonché importanti cambiamenti nella struttura forestale subalpina e un'espansione climatica dei pascoli. A sua volta, un aumento delle precipitazioni può avere favorito la pastorizia preistorica tramite una complessa serie di interazioni ecologiche tra runoff e trasporto dei nutrienti nei suoli, nei corsi d'acqua e nei bacini sedimentari alpini. Si può anche osservare una generale concordanza di fase con un aumento delle oscillazioni glaciali alpine durante gli ultimi 4.8 ka cal BP. Tuttavia, distretti glaciali alpini continentali possono avere registrato in modo meno vistoso gli effetti connessi alle precipitazioni nevose invernali. Una transizione verso un regime più oceanico delle precipitazioni intorno a 4 ka cal BP è stata osservata anche nell'aumento dei livelli dei laghi situati nei settori sopravvento affacciati al margine settentrionale del Mediterraneo Centrale, e può essere messa in relazione ad una intensificazione delle masse d'aria meridionali convogliate dai cicloni tirrenici verso i settori sopravvento, dove si osservano i maggiori effetti orografici convettivi. Oscillazioni nella frequenza e nel percorso dei cicloni tirrenici possono essere messi in relazione sia a oscillazioni secolari e decennali (NAO, AMO) che, a lungo termine, alla maggiore oceanicità della seconda metà degli interglaciali alpini, connessa con una migrazione del fronte polare a più basse latitudini nell'area atlantica.

Il Periodo Caldo Romano nel Mar Mediterraneo

G. Margaritelli¹, I. Cacho¹, A. Català¹, N. Pelosi², F. Lirer²

¹ Dept. de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà, GRC Geociències Marines, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spagna

² Istituto di Scienze Marine (ISMAR) – CNR, Sede Napoli, Calata Porta di Massa, Interno Porto di Napoli, 80133, Napoli, Italia

La ricostruzione della temperatura superficiale del mare (SST) degli ultimi millenni nell'area mediterranea rappresenta un'importante sfida per documentare il possibile legame tra la variabilità del clima del passato e l'ascesa e la caduta delle antiche civiltà. Inoltre, nell'ultimo rapporto dell'IPCC (2018), è emersa l'esigenza di valutare i feedback climatici di episodi passati più caldi di quello attuale (1,5°C-2°C). In questo contesto, presentiamo la ricostruzione dell'anomalia di SST degli ultimi cinque millenni basata sul rapporto Mg/Ca misurato su *Globigerinoides ruber* in un record proveniente dal settore occidentale del Canale di Sicilia (SW104-ND11, profondità: 475 m, Mediterraneo centrale). Questo nuovo record è stato confrontato con altri dati SST presenti in letteratura e provenienti da vari settori del Mediterraneo (Mare di Alboran, bacino di Minorca, Mar Egeo, emisfero settentrionale). Questo lavoro si pone l'obiettivo di gettare le basi per la discussione sull'impatto regionale del Periodo Romano e sul suo legame con lo sviluppo socio-economico dell'area Mediterranea.

Secondo il record SST Mg/Ca_{G.ruber}, le temperature massime dell'Olocene superiore (22,7°C) sono state raggiunte a ca. 424 CE durante il Periodo Romano, dopo un trend generale di riscaldamento iniziato a ca. 3300 BCE interrotto da numerose oscillazioni a breve termine. Dopo il Periodo Romano, il record SST Mg/Ca_{G.ruber} presenta un trend di sostanziale raffreddamento che raggiunge i valori minimi di temperatura (18,2°C) a ca. 1673 CE, durante la Piccola Era Glaciale. Durante gli ultimi tre secoli, invece, il record SST Mg/Ca_{G.ruber} mostra un trend di riscaldamento fino ad arrivare ai giorni nostri (20,3 °C). Il confronto di questo record con altri dati SST ricostruiti sia su Mg/Ca che su Alkenoni e provenienti da diverse aree del Mediterraneo, supporta l'istaurarsi, in maniera omogenea, di condizioni calde a scala regionale tra il 100 BCE e il 500 CE, e documenta una chiara fase di riscaldamento di ca. 2 °C all'inizio del Periodo Romano, durante il cosiddetto "Roman Climatic Optimum". Questo periodo corrispose, storicamente, ad un importante incremento demografico durante l'Impero Romano. A ca. 600 CE viene, invece, registrata una fase di raffreddamento corrispondente all'evento della Late Antique Little Ice Age (LALIA); dopo questo evento, la ricostruzione SST Mg/Ca_{G.ruber} documenta la comparsa, a ca. 1180 CE, del famoso Periodo Caldo Medievale. Il raffreddamento associato alla Piccola Era Glaciale si è verificato tra il 1320 CE e ca. 1850 CE con un'anomalia negativa di ca. 2 °C. Il record studiato del Canale di Sicilia termina con un'inversione, dal 1850 al 2014 CE, verso un riscaldamento di ca. 1°C probabilmente associato all'inizio del Periodo industriale / Periodo caldo moderno.

Questa ricerca è stata sostenuta finanziariamente dal progetto italiano di interesse strategico NEXTDATA (www.nextdataport.it) e dal progetto 525 (683237) di ERC-TIMED.

L'aumento della temperatura delle acque superficiali del Mar Mediterraneo e le specie lessepsiane: il caso di *Amphistegina lobifera* nel canale di Sicilia

R. Guastella¹, A. Caruso², J. Evans³, L. Langone⁴, A. Marchini¹, M. Cobianchi¹, N. Mancin¹

¹Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università degli Studi di Pavia, via Ferrata 1, 27100, Pavia, Italia
roberta.guastella01@universitadipavia.it

²Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo, via Archirafi 22, 90123, Palermo, Italia

³Department of Biology, University of Malta, Msida, MSD2080, Malta

⁴Consiglio Nazionale delle Ricerche, ISMAR, via Gobetti 101, 40129, Bologna, Italia

Il riscaldamento del Mar Mediterraneo (“tropicalizzazione”) sta favorendo la migrazione di specie termofile Lessepsiane, provenienti dal Mar Rosso attraverso il Canale di Suez. Tuttavia l'attuale stato di colonizzazione di questi invasori è ancora sottostimato, soprattutto per i foraminiferi bentonici invisibili ad occhio nudo. Nel Mediterraneo Orientale la specie più invasiva è *Amphistegina lobifera*. Questa specie è stata trovata a Malta (Mediterraneo Centrale) per la prima volta nel 2006 (Yokes et al., 2007) e oggi presenta popolazioni abbondanti e diffuse arealmente (Guastella et al., 2019). Questo studio ha lo scopo di datare la prima comparsa di *A. lobifera* a Malta e di ricostruire la dinamica della sua invasione mediante l'analisi di una carota di sedimento datata radiometricamente attraverso il ²¹⁰Pb.

Nel maggio 2018 è stata raccolta una carota di sedimento a 16 m di profondità nel porto di Marsamxett (Malta). La carota (lunga 41 cm) è stata sezionata in 41 campioni di 1 cm ciascuno. Per l'analisi dei foraminiferi, i campioni sono stati preparati come residui di lavato su un setaccio di 63 µm. L'abbondanza assoluta di *A. lobifera* e di altre specie significative è stata calcolata come il numero di individui per grammo di sedimento secco (N g⁻¹). L'attività del ²¹⁰Pb (t_{1/2} = 22,3 anni) è stata misurata attraverso il conteggio del suo isotopo figlio ²¹⁰Po, assumendo un equilibrio secolare tra i due. I tassi di sedimentazione sono stati calcolati in base alla concentrazione decrescente del ²¹⁰Pb in eccesso, seguendo il modello di Flusso – Sedimentazione Costanti (Robbins, 1978).

I dati mostrano che *A. lobifera* è presente in modo continuo dal tetto della carota fino al cm 14-15 sotto il fondale marino, con i valori di abbondanza maggiori (3,9 N g⁻¹) nella parte sommitale della carota, che diminuiscono in profondità raggiungendo il minimo a 14 cm (0,2 N g⁻¹). L'andamento del ²¹⁰Pb mostra il tipico profilo attività/profondità, con concentrazioni decrescenti andando verso la base della carota. L'*age model* ricostruito mostra un tasso di sedimentazione costante di circa 0,20 cm/anno, con un intervallo di tempo stimato di circa 5 anni per ciascun centimetro di sedimento.

La prima comparsa di *A. lobifera* a Malta può essere datata tra il 1940 e 1945, circa 70 anni prima del suo primo ritrovamento del 2006. Questa specie, sebbene presente in continuità, è rimasta poco abbondante fino agli anni '80, quando incomincia ad aumentare rapidamente soprattutto dalla metà degli anni '90.

L'incremento della sua abbondanza rispecchia perfettamente l'aumento della temperatura marina superficiale registrata nel Mediterraneo Occidentale negli ultimi 40 anni (Alheit et al., 2018), suggerendo che la sua invasione è controllata dal cambiamento climatico in atto, come predetto anche dai modelli di distribuzione recentemente proposti (Guastella et al., 2019).

Questo studio utilizza per la prima volta la datazione col ²¹⁰Pb per vincolare cronologicamente una carota di sedimento contenente la specie invasiva *A. lobifera* e ricostruirne la sua storia di invasione, pertanto potrebbe fungere da protocollo replicabile per altre specie marine non indigene con gusci carbonatici di piccole dimensioni.

Bibliografia

Alheit et al., 2018. Deep-Sea Research II, <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2018.11.011>

Guastella et al., 2019. Estuarine, Coastal and Shelf Science, in press

Robbins, 1978. In: Nriagu (ed.), Elsevier Scientific, 285-393

Yokes et al., 2007. Aquatic Invasions, 2 (4): 439-441

Paleo-livelli del mare olocenici e aggiustamento isostatico lungo le coste Mediterranee.

Dati geologici vs modelli geofisici

M. Vacchi¹, A. Rovere², P. Stocchi³

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Via Santa Maria 53, 56126, Pisa, Italia

² Center for Marine Environmental Sciences (MARUM), University of Bremen, D-28359 Bremen, Germany

³ Department of Coastal Systems, Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), 1790 AB Den Burg, Texel, The Netherlands

L'aggiustamento glacio e idro-isostatico (GIA) costituisce uno dei principali fattori che controllano la variabilità delle variazioni del livello del mare (Rovere et al., 2016). Per questo motivo, molti studi recenti si sono concentrati sullo sviluppo di modelli geofisici di GIA che possano contribuire a prevedere in modo sempre più accurato gli scenari futuri di risalita del livello del mare. La deformazione isostatica in Mediterraneo è largamente controllata dal carico dell'acqua disciolta proveniente dalle calotte polari nel periodo post-glaciale. Questa ha causato una generale subsidenza dell'intero bacino a tassi medi di 1 mm a-1 negli ultimi 6000 anni. Tuttavia, i modelli isostatici attualmente disponibili mostrano discrepanze sia nella variabilità che nella quantificazione del segnale isostatico in Mediterraneo. La recente produzione di un database di paleo-livelli del mare relativi (RSL) a scala Mediterranea basato sulla standardizzazione di dati già disponibili (Vacchi et al., 2016) e nuove attività di terreno (Vacchi et al., 2018), offrono la possibilità di migliorare la qualità dei modelli e risolvere alcune problematiche e discrepanze. I dati di paleo-livello del mare utilizzati provengono da carotaggi in sistemi di lagune e piane costiere, da beachrocks e da biocostruzioni fossili. Il nuovo database include più di 1000 indicatori di paleo livelli del mare che forniscono nuovi e interessanti elementi per la valutazione dell'evoluzione del livello del mare in Mediterraneo nel periodo postglaciale. Questi dati sono particolarmente interessanti nel Mediterraneo occidentale, relativamente meno influenzato dalla tettonica attiva e dove l'aggiustamento isostatico gioca un ruolo fondamentale, soprattutto nell'Olocene medio e recente. E' stato quindi comparato il nuovo dataset con una serie di modelli geofisici di GIA attualmente disponibili in letteratura. In particolare, sono stati utilizzati quattro differenti modelli di ghiaccio globali ognuno combinato con venti profili di viscosità del mantello (Stocchi et al., 2018). I risultati delle analisi mostrano come il pattern isostatico definito dai nuovi dati differisce in modo significativo da quello previsto dai modelli geofisici, in particolare nella porzione centrale del bacino occidentale del Mediterraneo. Questi dati hanno una notevole rilevanza poiché la corretta quantificazione del contributo isostatico è un parametro chiave per la corretta quantificazione dell'attuale accelerazione dei tassi di risalita del livello del mare dovuta a fattori antropici e per stimare i futuri scenari di inondazione nel contesto del riscaldamento globale.

Bibliografia

Rovere A., Stocchi P., Vacchi M., 2016. Eustatic and Relative sea-level changes. *Current Climate changes reports* 2 (4), 221-231.

Stocchi, P., Vacchi, M., Lorscheid, T., de Boer, B., Simms, A.R., van de Wal, R.S., Vermeersen, B.L., Pappalardo, M. and Rovere, A., 2018. MIS 5e relative sea-level changes in the Mediterranean Sea: Contribution of isostatic disequilibrium. *Quaternary Science Reviews*, 185, 122-134.

Vacchi, M., Ghilardi, M., Melis, R.T., Spada G., Giaime, M., Lorscheid, T., Marriner, N., Morhange, C., A., Rovere A. 2018. New relative sea level insights into the isostatic history of western Mediterranean. *Quaternary Science Reviews*, 201 396-408.

Vacchi, M., Marriner, N., Morhange, C., Spada G., Fontana, A., Rovere A., 2016. Multiproxy assessment of Holocene relative sea-level changes in the western Mediterranean: sea level variability and improvements in the definition of the isostatic signal. *Earth-Science Reviews* 155, 172–197.

Progetto MedMad: "Mediterraneo, la necessità di un archivio paleoclimatico profondo nell'era del riscaldamento globale"

G. Dalla Valle¹

¹ ISMAR-CNR, Bologna, Italia

Le concentrazioni di gas serra registrate dalle carote di ghiaccio indicano che le attuali concentrazioni atmosferiche di CO₂ sono di gran lunga superiori di qualsiasi epoca degli ultimi 800.000 anni, da prima dell'evoluzione di *Homo sapiens*. I proxies paleo-climatici sembrano convergere sul fatto che le variazioni delle temperature globali sono intimamente legate alle variazioni delle concentrazioni di gas serra nell'atmosfera, come CO₂ e CH₄.

L'Epoca del Pliocene (5.33-2.58 Ma) ed, in particolare, il periodo caldo del Pliocene Medio, ha attirato l'attenzione della comunità scientifica perché è stato il periodo più recente in cui la temperatura globale è stata superiore a quella presente per un intervallo di tempo più lungo degli interglaciali successivo. Gli ultimi progressi nelle ricerche paleo-climatiche svolte su questa particolare finestra temporale suggeriscono che questo periodo geologico possa rappresentare un analogo per futuri scenari di cambiamento globale. I meccanismi proposti dai vari modelli climatici propongono che il riscaldamento sia favorito variazioni nella circolazione termohalina e/o da grandi concentrazioni di CO₂ nell'atmosfera. I mari marginali di media latitudine, in particolare, sono estremamente sensibili ai cambiamenti climatici, in quanto rispondono alle variazioni climatiche e alle condizioni idrologiche associate, in modo molto più rapido rispetto all'ambiente oceanico, dove gran parte degli studi paleo climatici sono stati effettuati. Il Mar Mediterraneo, in particolare, a causa dei suoi brevi tempi di turnover in termini di processi oceanografici e di idrologici, oltre all'altissimo di antropizzazione costiera, è stato riconosciuto come un importante hot-spot per lo studio dei futuri cambiamenti climatici. Nel Mediterraneo la variabilità delle precipitazioni, sia a scala millenaria che orbitale, ed in particolare le alternanze di siccità e periodi piovosi, con annesse variazioni di vegetazione a scala regionale state ben studiate nel settore orientale del bacino, attraverso l'analisi di sezioni sedimentarie ad alta risoluzione provenienti da archivi lacustri e continentali.

Nonostante la loro accuratezza, in termini di variazioni climatiche a scala regionale, questi documenti sono limitati nel tempo (~600 kyr), e spesso sono affetti da importanti interruzioni nella sedimentazione, risultano perciò potenzialmente non rappresentativi nella loro globalità. Inoltre, in termini di analogie climatiche con l'attuale, i livelli di CO₂ durante questo periodo sono più bassi rispetto ai tempi moderni. Per ottenere un archivio climatico più cospicuo, che raggiunga condizioni di concentrazione di gas serra, simili a quelle attuali, è necessario guardare più indietro nel tempo: in particolare, per capire come sono coinvolti i livelli di CO₂, è indispensabile raggiungere e studiare, successioni fino almeno al Pliocene Inferiore, quando i livelli erano ~400 ppm. Inoltre è necessario osservare i cambiamenti climatici del passato su record continui ed espansi, in grado di fornire input per ricostruzioni (e modelli climatici) multivariate ad alta risoluzione (cioè su scala millenaria).

Pertanto, il presente lavoro si propone di lanciare nuova iniziativa di ricerca che mira principalmente ad ottenere un record paleo-climatico ad alta risoluzione da depositi di mare profondo in ambiente conturritico, che potenzialmente, forniscono un archivio più espanso e continuo rispetto ai depositi di scarpata o piana abissale.

La ragione per perforare questo particolare tipo di corpi sedimentari è che: a) le conturriti in Mediterraneo sono presenti sia nella regione occidentale, centrale che orientale e raggiungono età Mioceniche; b) offrono una registrazione più completa e più accurata rispetto sia ai depositi abissali che ai depositi lacustri; c) il loro, ipotizzabile, elevato contenuto argilloso, offre il miglior potenziale di conservazione di materiali organico e microfossili; d) possono offrire un record di cambiamento climatico su una finestra di oltre 4 milioni di anni con una risoluzione di 20/30 cm/Kyr. I potenziali proxy per il raggiungimento dell'obiettivo di ricostruzione degli ultimi milioni di anni di clima mediterraneo possono includere lo studio di: biomarcatori organici, Alchenoni, GDGTs e cere epicuticolari; deuterio e isotopi di carbonio; geochimica XRF-core scan; palinologia, foraminiferi planctonici d¹⁸O, nannofossili, paleomagnetismo e ostracodi

L'analisi integrata dei proxy permetterà di espandere ulteriormente la conoscenza delle variazioni paleo climatiche e di ottenere i dati necessari per testare le diverse ipotesi sulle relazioni tra il riscaldamento globale, temperature del mare e oscillazioni delle precipitazioni e nella cintura subtropicale del Mediterraneo.

Aspetti sedimentologici dei *mound* a coralli profondi nel nord della Norvegia e variazioni paleoceanografiche dal Tardiglaciale all'Olocene

M. López Correa^{1,2}, P. Montagna¹, N. Joseph², A. Rüggeberg³, J. Fietzke⁴, S. Flögel⁴, B. Dorschel⁵,
S. Goldstein⁶, A. Wheeler⁵, A. Freiwald⁷

¹ CNR-ISMAR, Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia

² GeoZentrum Nordbayern (GZN), Universität Erlangen-Nürnberg, Loewenichstr. 28, D-91054 Erlangen, Germany

³ Renard Centre of Marine Geology (RCMG), Ghent University, Krijgslaan 281, S8, 9000 Gent, Belgium

⁴ Leibnitz-Institute of Marine Sciences (IFM-GEOMAR), Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel, Germany

⁵ School of Biological, Earth & Environmental Sciences & ERI, University College Cork, Distillery Fields, South Mall, Ireland

⁶ Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, 61 Route 9W, Palisades, NY 10964, USA

⁷ Senckenberg am Meer (SAM), Meeresforschung, Südstrand 40, D-26382 Wilhelmshaven, Germany

I *mound* a coralli profondi, costruiti da sclerattinari di acque fredde come *Lophelia pertusa* e *Madrepora oculata*, sono diffusi lungo tutta la piattaforma della Scandinavia e nei fiordi, aree completamente ricoperte dai ghiacci durante l'ultimo massimo glaciale tra 22 e 18 ka BP. Il ritiro dei ghiacci ha rapidamente liberato la maggior parte della piattaforma durante il Tardiglaciale ~15 ka BP. Lo sviluppo dei *mound* a coralli profondi è iniziato solo dopo la transizione tra il Pleistocene e l'Olocene a 11.65 ka BP, quando si stabilirono le condizioni oceanografiche attuali. La stretta correlazione tra condizioni climatiche e periodi di crescita dei *mound* a coralli profondi è stata messa in evidenza da datazioni precise attraverso il metodo U/Th, effettuate su frammenti di corallo prelevati in carote di gravità nel fiordo di Stjærnsund (70°N) e sulla piattaforma aperta di Trænadjupet (66°N). I tassi di crescita evidenziati nei *mound* a *L. pertusa* lungo il margine norvegese raggiungono valori di 614 cm/ka, molto più alti rispetto a quelli oloceni del margine Irlandese (~220 cm/ka). Questo rapido accrescimento è il risultato di condizioni di crescita ottimali per i coralli dovute alle forti correnti di fondo e alle acque fredde ed eutrofiche, in combinazione ad un elevato tasso di sedimentazione nei fiordi (~60 cm/ka). L'elevato tasso di crescita dei *mound* a coralli profondi è dovuto principalmente alla loro capacità di *baffling*, che intrappola il sedimento silicoclastico proveniente dal fiordo tra i rami della colonia. Un altro aspetto importante che caratterizza questi *mound* a coralli profondi è il numero elevato di lacune deposizionali (*hiatus*), che suggeriscono la presenza di correnti di fondo ad elevata velocità. La crescita dei *mound* dipende da un corretto equilibrio tra sedimentazione silicoclastica e sviluppo verticale dei coralli; in assenza dei coralli il sedimento non verrà intrappolato ed accumulato. Gli aspetti sedimentologici sono stati integrati da analisi geochemiche, quali datazioni al radiocarbonio e U/Th e l'analisi degli isotopi del neodimio come traccianti della circolazione oceanica. I bassi valori di $\Delta^{14}\text{C}$ durante l'Olocene inferiore a 9.5 ka BP, calcolati dall'analisi accoppiata ^{14}C -U/Th, e sono una testimonianza dello scioglimento prolungato della calotta glaciale scandinava. Inoltre, valori degli isotopi del neodimio (eNd) inferiori a -14, registrati dai coralli, indicano una provenienza delle masse d'acqua fortemente localizzata.

Paleoclima e paleoambiente tardo quaternari nel Bacino settentrionale del Drygalski (Mare di Ross, Antartide) usando l'associazione di microrganismi e le caratteristiche dei sedimenti: risultati preliminari

F. Torricella^{1, 2}, R. Melis R.¹, E. Colizza ^{1*}, P. Del Carlo ³, A. Di Roberto³, A. Gallerani⁴, F. Giglio⁴, P. Albert⁵

¹ Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università degli Studi di Trieste, via E Weiss, 2, 34148 Trieste, Italia

² Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pisa, via Santa Maria 85 - 56126 Pisa, Italia

³ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Pisa, via della Faggiola 32, 56126 Pisa, Italia

⁴ Istituto di Scienze Marine, CNR, via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italia

⁵ School of Archaeology, University of Oxford, South Parks Road Oxford OX1 3TG United Kingdom

*Presenting author: Ester Colizza

Le diatomee sono uno dei principali gruppi di fitoplancton che fioriscono in regioni fredde e ricche di nutrienti come l'Antartide, dove l'apporto di silice non è limitato. L'elevata produttività delle diatomee e la buona conservazione dei sedimenti marini dell'Antartide, permettono di studiare, attraverso le diatomee, i cambiamenti paleoceanografici e paleoclimatici del tardo Quaternario. Anche i foraminiferi sono notoriamente utili per interpretare i cambiamenti paleoambientali legati alla storia glaciale delle aree antartiche.

Viene qui proposto lo studio delle associazioni a diatomee abbinato alle caratteristiche sedimentologiche e composizionali in due carote a pistone raccolte nel bacino settentrionale di Drygalski (Mare di Ross occidentale) nell'ambito del progetto PNRA-TRACERS (TephRoChronology and mArker events for the Correlation of natural archives in the Ross Sea, Antarctica). La carota TR1703_PC è caratterizzata da sabbia fangosa alternata a fango sabbioso con alcuni livelli contenenti abbondanti foraminiferi. Lungo questa carota sono presenti due distinti livelli di tefra. La carota TR1704_PC è caratterizzata da silt sabbioso alternato a silt argilloso. Quattro distinti livelli di tefra sono osservabili nella sequenza sedimentaria.

I dati preliminari permettono di riconoscere tre diverse facies. La Facies 1 è un diamicton glaciomarino ed è presente alla base di entrambe le carote. La Facies 2 rappresenta la transizione da ambiente glaciale ad ambiente marino aperto ed è registrata solo nella carota TR1703_PC. La Facies 3, riconosciuta nella parte superiore di entrambe le carote, rappresenta le condizioni ambientali di acque libere con evidenza di ghiaccio marino stagionale, come suggerito dalla significativa presenza di *Fragilariopsis curta* e, in subordine, *Actinocyclus actinochilius*. La distribuzione dei foraminiferi bentonici indica una variazione ambientale che si ripete dalle condizioni di sub-ice-shelf a quelle di grounding-zone prossimale culminante con il crollo della piattaforma di ghiaccio.

Le analisi fisiche (suscettibilità magnetica) e chimico-geochimiche (carbonio organico e totale, elementi maggiori ed in tracce) supportano i risultati.

Dinamiche tardo oloceniche del ghiaccio marino nel mare di Ross: evidenze da un record espanso

T. Tesi¹, L. Langone¹, K. Gariboldi², S. Belt³, L. Smik³, F. Muschitiello⁴, E. Colizza⁵, F. Giglio¹, P. Giordano¹, F. Finocchiaro⁵, C. Morigi², L. Capotondi¹, F. Corticella², A. Gallerani¹

¹ ISMAR-CNR, Italia

² Department of Earth Sciences University of Pisa, Italia

³ School of Geography, Earth and Environmental Sciences University of Plymouth, UK

⁴ Department of Geography, University of Cambridge, UK

⁵ Dipartimento di Matematica e Geoscienze, University of Trieste, Italia

Il ghiaccio marino esercita un controllo fondamentale sul sistema climatico globale influenzando (i) la circolazione termoalina, (ii) il bilancio globale della radiazione terrestre e (iii) lo scambio oceano-atmosfera di calore e dei gas. Inoltre, il ghiaccio marino ha un ruolo importante a livello biologico, regolando la struttura e il funzionamento dell'ecosistema polare. Di per sé il ghiaccio marino è un indicatore del clima e quindi la sua ricostruzione è un elemento chiave per la paleoclimatologia. Oggi le dinamiche del ghiaccio marino sono studiate ad alta risoluzione grazie ai satelliti. Mentre le misure satellitari iniziate negli anni 80 sono un mezzo utile per descrivere gli attuali cambiamenti, i record sedimentari offrono un mezzo complementare per andare indietro nel tempo. In questo studio presentiamo una ricostruzione della variabilità del ghiaccio marino e associate condizioni paleoclimatiche nel mare di Ross (Antartica) nel fiordo di Edisto. I dati sono stati ottenuti grazie ad un record sedimentario espanso di 14.6 m che comprende gli ultimi 2500 anni. Litologicamente, il record si presenta altamente laminato e caratterizzata da un'alternanza di livelli marroni chiari e scuri. Un'analisi di dettaglio delle lamine usando dati complementari geochimici (delta-13C, IPSO25 and XRF) e tassonomici (diatomee) suggeriscono che le differenti lamine riflettono diverse condizioni di sedimentazione all'interno del fiordo. In base a questa analisi di dettaglio, suggeriamo che le lamine ricche in materiale litogenico e IPSO25 (proxy organico di alghe che vivono nel ghiaccio) scure riflettono la prima apertura del fiordo mentre quelle più chiare, dominate in biovolume dalla diatomea *Corethron pennatum*, marcano periodi di apertura protratta del fiordo. Questa diatomea infatti mostra un alto grado di adattamento avendo la capacità di adattarsi all'impoverimento di nutrienti nella parte superiore della colonna d'acqua potendo migrare sotto al picnoclino. Anche il delta-13C mostra delle importanti differenze compatibili con diverse coperture di ghiaccio che probabilmente influenzano lo scambio atmosfera-oceano di CO₂ con ripercussioni sul frazionamento del carbonio durante la fissazione. Su scala millenaria gli stessi proxy mostrano una forte ciclicità a 90 anni suggerendo un ruolo dei cicli solari di Gleisberg che sembrano regolare la copertura di ghiaccio nella baia. Si ipotizza un legame tra cicli solari a 90y e la forzante del vento nel determinare l'evoluzione temporale di apertura/chiusura del fiordo o, in alternativa, un ruolo della acqua modificata circumpolare che risale portando calore e favorendo l'apertura della baia.